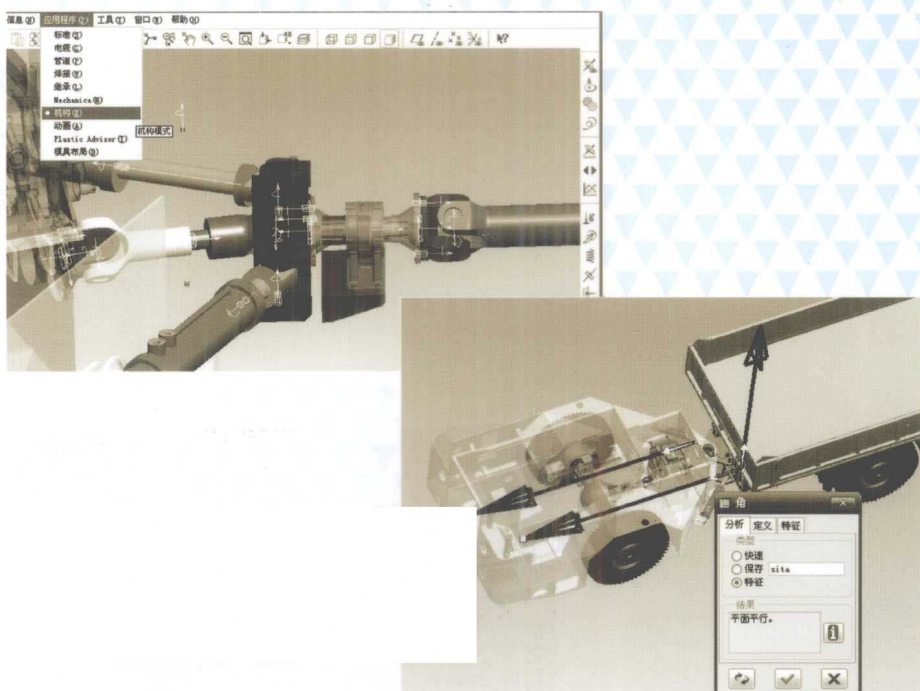


普通高等教育机械类特色专业规划教材

机械工程施工技术基础

陶元芳 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育机械类特色专业规划教材

机械工程施工技术基础

主 编 陶元芳

参 编 卫良保 王 彪 杨 睿 李宏娟

主 审 张雪英



机械工业出版社

作为一本入门型、综合性的教材,本书避免讨论过于深奥的计算机基础理论,强调实用性的编程方法和应用,旨在帮助学生提高使用高级语言的能力,完成从 TC2.0/DOS 平台到 VC++6.0/Windows 平台的速成式直接跨越。通过编程实例巩固结构化程序设计思想,使学生初步建立面向对象程序设计的概念,得到除了计算机等级证书之外真正的编程能力,能够结合机械工程基础和相应的专业基础及专业课方面的知识,利用计算机编程解决实际问题,进而开发机械工程专业领域具有专业用途的软件。

本书以 TC2.0 和 VC++6.0 为描述语言,第1章和第2章介绍“常用数据结构”和“算法基础”,第3章为“软件工程学简介”,第4章以速成的方式介绍“VC++基本操作”,在此基础上进一步介绍第5章“软件界面设计”和第6章“文件与数据库操作”,最后,在第7章“机械工程算例”和“附录”中用一系列算例和资料,手把手地教学生解决工程实际问题,具有很强的应用性、资料性和案例性。

本书适用于非计算机类专业,尤其是工科机械类专业,可作为第一门算法语言课程如“C语言”的后续课程“软件技术基础”的教材。

本书也可供机械或材料类专业硕士研究生和企业从事信息化工作的同志参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程软件技术基础/陶元芳主编. —北京:机械工业出版社,2010.5
普通高等教育机械类特色专业规划教材
ISBN 978-7-111-30192-9

I. ①机… II. ①陶… III. ①机械工程—应用软件 IV. ①TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 050564 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘小慧 责任编辑:刘小慧 任正一

版式设计:霍永明 责任校对:李 婷

封面设计:张 静 责任印制:杨 曦

北京四季青印刷厂印刷(三河市杨庄镇环伟装订厂装订)

2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.75 印张·357 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-30192-9

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机械类特色专业规划教材

编写委员会

顾问:

任露泉 中国科学院院士 吉林大学 教授/博士生导师
钟 掘 中国工程院院士 中南大学 教授/博士生导师
石来德 中国工程机械学会理事长 同济大学 教授/博士生导师
陆大明 中国物流工程学会理事长 北京起重运输机械设计研究院院长

主任:

徐格宁 太原科技大学 副校长 教授/博士生导师

委员:

周奇才, 朱西产, 罗永峰, 邓洪洲 同济大学 教授
宋甲宗, 苗 明, 王 欣, 杨 睿, 冯 刚 大连理工大学 教授
王国强 吉林大学 教授
毛海军, 林晓通 东南大学 教授
冯忠绪 长安大学 教授
胡吉全 武汉理工大学 教授
李自光 长沙理工大学 教授
王国华 北京科技大学 教授
宋伟刚 东北大学 教授
米彩盈, 张仲鹏 西南交通大学 教授
陶元芳, 孟文俊, 文 豪, 张亮有, 秦义校, 韩 刚 太原科技大学 教授
于 岩 山东科技大学 教授
王 彪 中北大学 教授
刘永峰 北京建工学院
何 燕 青岛科技大学
赵春晖, 刘武胜 北京起重运输机械设计研究院
章二平 柳州工程机械集团公司
顾翠云 太原重型机械集团公司
聂春华 江西华伍制动器股份有限公司
田东风 大连博瑞重工股份有限公司
邓海平 机械工业出版社

序

一、编写背景和依据

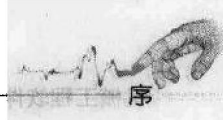
随着国民经济的高速发展,面向 21 世纪社会发展的需求,面对激烈的市场竞争,高等教育应适时转变观念和理念,不断进行教学改革和创新,以期更好地适应我国高等教育跨越式的发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转型中社会对高校应用型人才培养的差异性要求,探索和建立适应我国高等教育应用型人才培养体系和工程教育体系。“高等工科教育回归工程”,“应用型本科教育”,“强化能力导向原则”等基于社会需求及人才培养和教学改革的教育理念,是《高等教育法》提出的“高等教育教学改革务必根据不同类型、不同层次高等学校自身实际”要求、《高等学校本科教学质量与教学改革工程项目管理暂行办法》(简称“质量工程”)所坚持的“分类指导、注重特色”原则的创新成果和实践载体。

高等教育分为教学型、教学研究型、研究型,要求高校按照“质量工程”对人才培养目标进行合理定位,对教学过程进行科学创新,发挥自身优势,形成各自特色,从而满足社会多样化的人才需求。人才培养目标的差异化,直接要求教学内容、教材建设具有针对性。《高等教育法》第 34 条明确规定:“高等学校根据教学需要,自主制定教学计划、选编教材、组织实施教学活动。”教育部在 2007 年提出本科教育、教学“质量工程”,鼓励和支持高等学校在教学理念等方面进行创新,形成有利于多样化人才成长的培养体系,满足国家对社会紧缺的创新型和应用型人才的需要。

“百年大计,教育为本;教育大计,教师为本;教师大计,教学为本;教学大计,教材为本;教材大计,适用为本。”针对人才培养目标的差异化和教学内容、教材建设的同质化的矛盾,国内具有机械行业特色专业的相关高校与机械工业出版社共同协商,专题研讨,成立机械类特色专业系列教材编写委员会,以“打造特色精品教材,促进专业教育发展”的理念规划出版的“普通高等教育机械类特色专业规划教材”,是对“质量工程”中所要求的“重点规划、建设多种基础课程和专业课程教材,促进高等学校教学内容更新、教材建设工作”的落实。

在教材选题设计思路上贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济和社会发展需要的“本科应用型高级专门人才”的指示精神,突出了教材建设与办学定位、教学目标的一致性与适应性。教材立足的培养目标是加强工程意识的培养,加强理论与实践的结合,加强实践教学和工程训练,面向培养生产第一线从事设计、制造、运行、研究和管理实际工作、解决具体问题、保障工作有效运行的高等应用型人才。

在教材编写中既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对应用型人才培养目标及与之相适应的教学特点,精心设计写作体例,科学安排知识内容,注重解决现行教材存在的问题:如教材缺乏连续性修订,库存早已用完殆尽;现行国家标准已经与国际接轨,现行教材中相关内容陈旧过时;企业和科研院所本专业工程技术人员对特色专业教材的日益需求。充分体现“基本理论够用,专业理论雄厚,注意实践环节,培养工程能



力”的内涵和尺度的把握。

二、机械类特色专业（方向）

面向机械工业和重型机械行业的本科特色优势专业（方向）包括但不限于起重输送机械、工程机械、矿山机械、港口装卸机械、物流工程（装备与技术）、特种设备安全工程。

研究生特色优势学科包括但不限于机械设计及其理论、车辆工程、机械制造及其自动化、机械电子工程。

工程硕士学科领域包括但不限于机械工程、车辆工程。

三、机械类特色专业教材规划

由于起重输送机械和工程机械方面的教材专业性强，用量少，出版难，距前一版出版时间大多数已超过十年，涉及相关标准和技术已经更新，旧版教材已经全部用完，许多企业与研究院所作为继续教育和新大学生的技术培训或设计参考，现急需出版新教材和修订版。根据市场调研和急需程度，机械类特色专业规划教材编写委员会提出第一批特色专业系列教材出版规划如下：

序 号	教 材 名 称	适用专业（方向）	字数/万
1	机械装备金属结构设计	起重输送机械 工程机械 矿山机械 机械 CAD 物流工程 特种设备安全工程	50
2	叉车构造与设计	起重输送机械 机械 CAD 物流工程	30
3	连续输送机械	起重输送机械 机械 CAD 矿山机械 港口装卸机械	45
4	起重机械	起重输送机械 机械 CAD 港口装卸机械	40
5	土方运输机械	工程机械 矿山机械	40
6	矿井提升机械	起重输送机械 矿山机械	30
7	液压挖掘机	工程机械 矿山机械	40
8	工程机械设计基础	工程机械 起重机械 矿山机械 机械 CAD	40
9	特种设备安全技术	起重机械 工程机械 特种设备安全工程	30

(续)

序 号	教 材 名 称	适用专业（方向）	字数/万
10	机械装备金属结构课程设计	起重输送机械 工程机械 矿山机械 机械 CAD 物流工程 特种设备安全工程 港口装卸机械	30
11	起重机械课程设计	起重机械 工程机械 矿山机械 港口装卸机械	30
12	输送搬运机械课程设计	起重输送机械 机械 CAD 物流工程 特种设备安全工程	30
13	机械 CAD 课程设计	起重输送机械 机械 CAD 物流工程 特种设备安全工程	30
14	机械装备金属结构习题集	起重输送机械 工程机械 矿山机械 机械 CAD 物流工程 特种设备安全工程	10
15	起重机械习题集	起重机械 矿山机械 物流工程 港口装卸机械	10
16	机械工程软件技术基础	机械设计制造及其自动化专业各方向	30
17	机械 CAD 应用技术	机械设计制造及其自动化专业各方向	30
18	散体力学及工程应用	输送机械 工程机械 物流工程 矿山机械 港口装卸机械	30
19	机械类特色专业实验教学指导书	起重输送机械 工程机械 矿山机械 机械 CAD 物流工程 特种设备安全工程	20

前 言

根据原国家教委《工科非计算机专业计算机基础教学指南》的精神,工科非计算机类专业计算机基础课程分为文化基础、技术基础和应用基础三个层次。“软件技术基础”这门课程的目的是以“计算机文化”和“C 语言”为基础,属于计算机技术基础的软件部分。通过学习软件设计技术,为解决工程实际问题,编制专业应用软件打基础。

由于学生是初次接触算法语言,讲计算机语言的教材往往只能讲计算机语言本身,很少讲编程与算法。本课程和计算机语言课的区别就是要讲编程而不仅仅是计算机语言。要讲一些算法,讲一些软件的界面,要以工程实际问题为例,训练学生的语言运用和软件开发能力。

作为新世纪的大学生,必须掌握计算机这个现代信息社会的重要工具,否则就会变成“新时代的文盲”。如果把学习计算机操作比喻为学习走路,把学习算法语言比喻为认字的话,那么学习软件编程与开发就相当于学习写作文了。

科学与技术是由许多不同的发展阶段组成的,就好像爱因斯坦发现了质能关系式 $E = mc^2$, 不等于发明了原子弹,也不等于发明了核电站一样。科学技术的每一个发展阶段都有它自身的特点与规律。学会一种高级语言并不等于学会了编程,更不等于学会了软件开发。

软件与硬件同为计算机系统不可缺少的组成部分。由于软件具有灵活可变的特点,对于专业应用非常重要,在某些情况下还可以“以软代硬”。因此,学习软件开发是非计算机专业人士涉足信息技术的一个捷径。

近年来,随着微机 Windows 操作系统平台的普及,计算机进入了一个图形用户界面、多媒体、娱乐化、家电化、大众化的时代,使用越来越方便,但编程的门槛却越来越高了。大学毕业生往往只会某种算法语言,不会编程序解决实际问题;或只会编程序,不会开发相应的软件;或只会编 DOS 程序,不会编 Windows 程序;或只会用 VB 编程,不会用 VC 编程;或只会结构化编程,不会面向对象编程,甚至连结构化编程都不会;学习现代设计方法时只注重理论,不注重实践;解决实际问题时没有算法的概念,没有系统的观念,没有全局的观念,不注重软件的商品性,不注重软件工程学;对于编程或软件开发既没有经验,也没有教训,当然也就没有体会。本书就是为解决上述问题而编写的。

本书是为高等院校机械设计制造及其自动化专业和材料成型及控制工程专业“软件技术基础”课程编写的教材,适用于非计算机类专业,尤其是工科机械类专业,可作为第一门算法语言课程如“C 语言”的后续课程的教材。与同类教材相比,本教材避免讨论过于深奥的计算机基础理论,强调实用性的编程方法和应用,旨在帮助学生提高使用高级语言的能力,完成从 TC2.0/DOS 平台到 VC++6.0/Windows 平台的速成式直接跨越。通过编程实例巩固结构化程序设计思想,使学生初步建立面向对象程序设计的概念,得到除了计算机等级证书之外真正的编程能力,能够结合机械工程基础和相应的专业基础及专业课方面的知

识,利用计算机编程解决实际问题,进而开发机械工程领域具有专业用途的软件。

在 Windows 操作系统上编程,历来有 VB 和 VC 两种常用的开发平台。采用 VC 语言,一方面可以继承 C 语言方面的基础,另一方面 VC 在面向对象、可视化、开发能够独立运行的绿色软件以及向 JAVA、C++、.NET 等平台过渡等方面都具有独特的优势。VC 的唯一缺点是比较难学,这个拦路虎吓倒了一大批初学者。通过本书特有的速成式教学方法,相信读者能够快速跨越 Windows 编程门槛,取得突破性的进展。

学习 C++ 往往需要三本书,第一本是介绍面向对象程序设计方法的,重点是面向对象的概念,以短小的 DOS 程序为例子,不涉及 Windows 操作系统界面、VC++ 的操作和控件;第二本是 C++ 的 API 函数集,像字典一样很厚的一本,资料性比较强,适合于专门搞软件的人使用,初学者只涉及到其中很少的一些函数;第三本是介绍 VC++6.0 操作、控件、界面设计的书,重点是操作,不详细讲解面向对象的概念,也不涉及数据结构、算法、软件工程学的概念。笔者希望把这三本书的内容有选择地揉和在一起,再补充一些数据结构、算法和软件工程学的概念,内容要根据初学者的需要来取舍,难易程度要与工科非计算机类专业学过 C 语言的学生的实际水平相适应,力争做到超过 50% 的内容学生能够看懂并接受,直接对他们通过编程解决机械工程专业领域的实际问题有所帮助,并使其编制的程序具有一些商品化软件的风格。

对于面向对象程序设计(Object Oriented Programming, OOP),其概念比较生涩,初学者往往难以理解。本书以结构化程序设计为基础,在程序框架、向导操作、构造函数、定义对象、消息响应函数等方面直接引入相关的概念,建议读者在学习时不要排斥,可以先接受下来,然后通过反复操作,反复应用,逐渐地熟悉并建立起相应的概念。

关于软件工程学方面的概念,对于初学者来说确实存在既没有软件开发的经验,也没有这方面的教训,当然也就没有体会的问题。但是,本着理论指导实践、思路先行的原则,笔者还是将其纳入了本书的内容。初学者可以先跳过第 3 章,直接学习第 4、第 5 和第 7 章也是可以的。

在开发软件的定位方面,笔者认为一是要侧重开发专业软件,即不急于开发通用软件,如办公自动化、网络、图形支撑等软件,因为我们没有这方面的长处,而是要开发针对专业机械产品的软件,如起重机、输送机等重型机械产品的 CAD 软件,因为我们有这方面的长处,别人无法与我们竞争,行业内的竞争也不激烈。二是学生要把专业知识和计算机知识实现内部结合,学工科比如学机械的人补充一些软件设计的知识就能开发出专业机械 CAD 软件。对于这一点,要有充分的自信,不要妄自菲薄,用信息技术改造传统机械工程专业的重要重担就落在学机械的学生肩上,没有别的救世主会来替我们做这件事情,要有“舍我其谁?”的勇气和信心。

本书以 TC2.0 和 VC++6.0 为描述语言,第 1 章和第 2 章介绍“常用数据结构”和“算法基础”,第 3 章为“软件工程学简介”,然后,第 4 章以速成的方式介绍“VC++ 基本操作”,在此基础上进一步介绍第 5 章“软件界面设计”和第 6 章“文件与数据库操作”,最后在第 7 章“机械工程算例”和“附录”中用一系列算例和资料,手把手地教学生解决工程实际问题,具有很强的应用性、资料性和案例性。

本书由太原科技大学(原太原重型机械学院)陶元芳教授主编,并编写第 2 章、第 6 章、第 7 章和附录;卫良保教授编写第 4 章;李宏娟老师编写第 3 章;中北大学王彪教授编

写第1章；大连理工大学杨睿副教授编写第5章。太原理工大学张雪英教授任主审。太原科技大学的徐格宁副校长、曾建潮副校长对本书的编写与出版工作给予了很大的帮助；中北大学的杨福合老师在第1章的编写中做了许多工作；太原科技大学的张亮有教授对本书第1章和第2章的定稿提出了宝贵意见，研究生张长利、苗苗、郝君起、吴韶建、苏文瑾等同学帮助进行了大量文本录入、校对、程序验证等工作，在此一并表示感谢。

编 者

2009年11月于太原

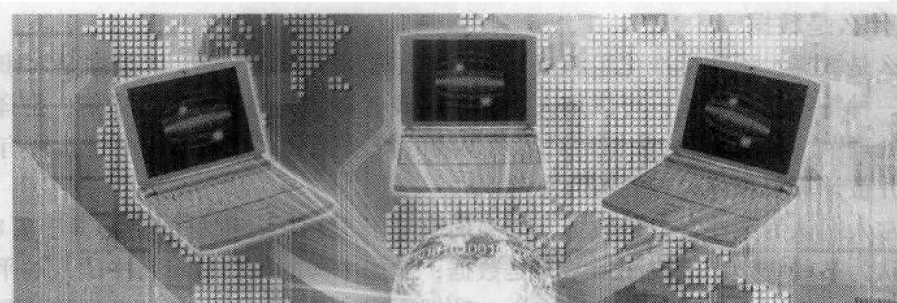
目 录

序	
前言	
第1章 常用数据结构	1
1.1 数据及数据结构	2
1.2 C语言中的基本数据类型	4
1.3 C语言中的指针数据类型	4
1.4 C语言中的数组与字符串	8
1.5 C语言中的结构数据类型	14
1.6 链表	17
第2章 算法基础	21
2.1 算法的意义	22
2.2 常用数值运算算法	27
2.2.1 循环算法	27
2.2.2 迭代算法	34
2.2.3 数值算法	42
2.3 非数值运算算法中的排序算法	50
第3章 软件工程学简介	53
3.1 软件工程学的目的意义	54
3.2 标识符的命名	57
3.3 开发过程及软件文档	60
3.4 程序框图	66
3.5 结构化程序设计	70
3.6 面向对象程序设计	73
3.7 软件开发管理技术	83
第4章 VC++ 基本操作	87
4.1 VC++ 简介	88
4.2 MFC 基本操作	89
4.3 输出技术	102
4.4 输入技术	103
4.5 消息响应	111
4.6 屏幕图形	114
第5章 软件界面设计	121
5.1 软件界面设计概述	122
5.2 工程软件界面设计的一般性原则	122
5.3 工程软件的人机界面基本类型	123
5.4 基本界面设计技术	126
5.5 可视化界面	137
第6章 文件与数据库操作	143
6.1 文件与软件接口	144
6.2 C语言中的文件操作	145
6.3 VC++ 6.0 中的文件操作	148
6.4 数据库系统	151
6.5 读写数据库技术	152
6.6 用ADO方式访问数据库	156
第7章 机械工程算例	161
7.1 单位换算专用计算器	162
7.2 材料力学截面惯性矩计算	164
7.3 材料力学弯曲应力计算	169
7.4 简单小车动画设计	169
7.5 机械原理四杆机构运动仿真	173
7.6 桥式起重机主梁弯矩影响线绘制	177
7.7 桥式起重机起升机构电动机功率 计算	181
7.8 桥式起重机起升机构减速器速比 计算	183
7.9 叉车发动机功率计算	184
7.10 叉车传动系统速比计算	186
附录	189
附录A ASCII码表	190

附录 B 常用键码表	190	控件表	212
附录 C TC2.0 常用库函数表	191	附录 H 常用 C++ 编程技术网址	213
附录 D VC++6.0 常用函数表	194	附录 I VC++6.0 常见出错信息	214
附录 E VC++6.0 常用运算符	196	附录 J 编程技巧	214
附录 F VC++6.0 常用控件表	196	参考文献	221
附录 G VC++6.0 常用 ActiveX			

第 1 章

常用数据结构



计算机解决一个具体问题时,大致需要经过下列几个步骤:首先要从具体问题中抽象出一个适当的数学模型,然后设计一个解此数学模型的算法,最后编出程序、进行测试、调整,直至得到最终解答。寻求数学模型的实质是分析问题,从中提取操作的对象,并找出这些操作对象之间含有的关系,然后用数学的语言加以描述。有些问题的数学模型是数学方程,如线性方程组,可以用数值运算求解。然而,随着计算机应用领域的扩大,更多的非数值计算问题无法用数学方程加以描述,如文献检索、金融管理、产品数据管理、CAD/CAM等以图论为基础的图像模式识别等。描述非数值计算问题的数学模型不再是数学方程,而是诸如表、树和图之类的数据结构。因此,简单而言,数据结构是一门研究非数值计算的程序设计问题中计算机的操作对象以及它们之间的关系和运算等的学科。

1.1 数据及数据结构

1. 什么是数据

什么是数据?国际标准化组织(ISO)对数据所下的定义是:“数据是对事实、概念或指令的一种特殊表达形式,可以用人工的方式或者自动化的装置进行通信,翻译转换或者进行加工处理”。通俗地讲,数据是对客观事物的符号表示,在计算机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总称。

通常人们认为某些常数是数据,如圆周率等于3.1416,钢材的密度等于 7.8t/m^3 等。另外,还认为某些统计结果或测量结果是数据,比如中国的人口数量,中国人的平均身高,某地的气温等。然而,从软件的角度来说,数据更多地是指变量,所谓数据结构是指变量的结构及其在计算机中的存储方式。

除了常量、变量等数值类型的数据外,还有字符类型的数据,分为单个字符和字符串。数值类型的常数,它的每一位是由0到9的数字组成。而字符类型的常数数据,是字符表中的任何一个字符,包括A到Z, a到z, 0到9, +、-等各种符号,甚至空格,见附录A中的ASCII码表。经过扩展的字符串常数还可以包括双字节的字符,比如汉字。所谓字符串,就是一连串的字符,最常见的例子是汽车牌号,里面既有汉字,又有数字,还有字母。

数据绝不仅仅是数学中讲的数或数字,它具有更广泛的意义。数据可以是数字、文字或其他符号,也可以是图画、表格、活动图像,甚至是声音。数据用来表示数值、状态、形状和条件等。广义的数据又称为信息,人们常说的“数据采集”、“信息处理”、“信息技术”其实就是在和数据打交道。

这样我们对于数据的认识就得到了扩展:数据通常是指变量,它既包括数值型的数据,又包括字符型的数据。

2. 什么是数据结构

数据结构是指计算机存储、组织数据的方式。数据是计算机处理的对象,结构是指数据元素之间存在的一种或多种特定关系。数据结构所研究的内容包括数据的逻辑结构、数据的存储结构、数据的运算。

数据结构的基本概念和术语叙述如下:

1) 数据:数据是信息的载体,它可以用计算机表示并处理。

2) 数据元素: 数据元素是数据的基本单位, 在计算机程序中通常作为一个整体考虑。一个数据元素由若干个数据项组成。数据项是数据的不可分割的最小单位。有两类数据元素: 一类是不可分割的原子型数据元素, 如: 集合 $N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ 中整数 $1 \sim 5$ 均为数据元素, 集合英文字母 $E = \{a, b, c, \dots, z\}$ 中每个英文字母均为数据元素; 另一类是由多个数据项构成的数据元素, 如描述一个学生的信息可由下列 5 个数据项组成: 学号、姓名、班级、性别、出生日期。每一个学生的上述 5 个信息组成一个数据元素。根据数据结构的类型, 数据元素有时也称为节点或记录。

3) 数据对象: 数据对象是性质相同的数据元素的集合, 是数据的一个子集。数据对象可以是有限的, 也可以是无限的。

4) 数据结构: 数据结构是指同一数据元素类中各数据元素之间存在的关系。

数据结构包括三方面, 即数据的逻辑结构、数据的存储结构 (物理结构) 和数据的运算。数据的逻辑结构是对数据之间关系的描述, 有时就把逻辑结构简称为数据结构。逻辑结构形式地定义为

$$S = (D, R)$$

数据结构 S 是一个二元组, 其中 D 是数据元素的有限集, R 是定义在 D 上的关系的有限集。

数据元素之间有四种基本结构: 集合、线性结构、树形结构、图状结构 (网状结构)。树形结构和图形结构为非线性结构。集合结构中的数据元素除了同属于一种类型外, 别无其他关系。线性结构中元素之间存在一对一关系, 树形结构中元素之间存在一对多关系, 图形结构中元素之间存在多对多关系。在图形结构中每个节点的前驱节点数和后续节点数可以任意多个。

数据结构在计算机中的表示 (映像) 称为数据的物理 (存储) 结构。它包括数据元素的表示和关系的表示。数据元素之间的关系有两种不同的表示方法: 顺序映像和非顺序映像, 并由此得到两种不同的存储结构: 顺序存储结构和链式存储结构。顺序存储结构: 它是把逻辑上相邻的节点存储在物理位置相邻的存储单元里, 节点间的逻辑关系由存储单元的邻接关系来体现, 由此得到的存储表示称为顺序存储结构。顺序存储结构是一种最基本的存储表示方法, 通常借助于程序设计语言中的数组来实现。链式存储结构: 它不要求逻辑上相邻的节点在物理位置上亦相邻, 节点间的逻辑关系是由附加的指针表示的。由此得到的存储表示称为链式存储结构。链式存储结构通常借助于程序设计语言中的指针类型来实现。

5) 数据处理: 数据处理是指对数据进行查找、插入、删除、合并、排序、统计以及简单计算等的操作过程。

6) 数据类型: 数据类型是一个值的集合和定义在这个值集上的一组操作的总称。数据类型可分为两类: 原子数据类型 (基本数据类型)、结构数据类型。一方面, 在程序设计语言中, 每一个数据都属于某种数据类型。类型明显或隐含地规定了数据的取值范围、存储方式以及允许进行的运算。可以认为, 数据类型是在程序设计中已经实现了的数据结构。另一方面, 在程序设计过程中, 当需要引入某种新的数据结构时, 总是借助编程语言所提供的数据类型来描述数据的存储结构。

1.2 C 语言中的基本数据类型

1. 简单变量

简单变量一般可分为字符型、整型、无符号整型、长整型、浮点型及双精度型等变量。它们占存储单元的数及取值范围见表 1-1。字符型变量是比较特殊的，可以存放 1 个 ASCII 字符，参见附录 A。当需要在各种类型变量之间进行赋值时，应采用强制类型转换，这样比较可靠，不容易出错。例如 x 是一个双精度变量，而 $(int) x$ 则把 x 的值强制转换成整型（自动存放在一个临时中间变量当中）然后参加运算。

2. 数据在计算机中的存储

不同类型的数据，或者说不同类型的变量在计算机中占据的存储单元的多少是不同的。比如字符型变量占 1 个字节。所谓 1 个字节是指能够存储一个 ASCII 字符，也就是 8 位 2 进制数，能区分 256 种状态。1 位 2 进制数能区分 0 和 1 两种状态，两位有 00、01、10、11 等 4 种状态，3 位 8 种，4 位 16 种，5 位 32 种，6 位 64 种，7 位 128 种，8 位就有 256 种。256 种状态可以代表 256 种字符，见附录 A 中的 ASCII 码表。

数值型变量要占据较多的存储单元，比如整型变量占 2 个字节。这 2 个字节是由 16 位 2 进制数组成的，其中有 1 位是符号位，另 15 位可以表示的最大数是 $2^{15} = 32768$ 。故整型变量能够表示从 -32768 到 +32767 的整数。

浮点型变量占 4 个字节，对应 32 位 2 进制数，可提供 7 位有效数字。

表 1-1 各种变量占据的存储单元数及取值范围

变量类型	字符型	整型	无符号整型	长整型	浮点型	双精度型
占字节数	1	2	2	4	4	8
最小数据	256	-32768	0	-2147483648	3.4×10^{-38}	1.7×10^{-308}
最大数据	种字符	32767	65535	2147483647	3.4×10^{38}	1.7×10^{308}

注：浮点型（7 位十进制精度）和双精度型（15 位十进制精度）变量既可以存放正数也可以存放负数。

1.3 C 语言中的指针数据类型

1. 指针

指针是一种特殊的数据，指针变量当中存放的是变量的地址，而不是变量的值。根据所存放变量值的类型，有指向整型变量的指针、指向浮点型变量的指针、指向双精度型变量的指针以及指向函数的指针和指向文件的指针。

指针变量当中存放的是变量的地址，这类似于住宅的地址。许多寻宝游戏中的标准情节是：经过千辛万苦，找到一个盒子，打开盒子，里面没有宝物，只有一个写着藏宝物地址的纸条。指针变量就相当于这个盒子。

C 语言由于有了指针变量增加了许多灵活性，同时也增加了出错的风险。笔者建议：对于常规用途，比如数组，不妨按照一般高级语言的规范使用，回避其指针的属性；对于一些特殊用途，比如需要通过函数的参数向函数外传值，则可以小心地使用指针。了解指针的概念对于

熟练使用字符数组和字符串函数等都很有帮助。在实际应用中，要避免使用指向指针的指针。

(1) 指针变量

在C语言中，允许用一个变量来存放指针，这种变量称为指针变量。指针变量的值就是某个内存单元的地址或称为某内存单元的指针。

对指针变量的类型说明包括三个内容：

- 1) 指针类型说明，即定义变量为一个指针变量；
- 2) 指针变量名；
- 3) 变量值（指针）所指向的变量的数据类型。

其一般形式为：

类型说明符 * 变量名；

其中，变量名是指针变量的名字，变量名前加了 * 号，表示该变量是指针变量，而其前面的类型标识符表示该指针变量所指向的变量的类型。一个指针变量只能指向同一种类型的变量，也就是讲，我们不能定义一个既指向整型变量又指向双精度型变量的指针变量。

例如，定义一个指向整型变量的指针变量：

```
int * p1;
```

表示 p1 是一个指针变量，它的值是某个整型变量的地址，或者说 p1 指向一个整型变量，至于 p1 究竟指向哪一个整型变量，应由向 p1 赋予的地址来决定。

指针变量同普通变量一样，使用之前不仅要定义说明，而且必须赋予具体的值。未经赋值的指针变量不能使用，否则将造成系统混乱，甚至死机。指针变量的赋值只能赋予地址，不能赋予任何其他数据，否则也将引起错误。在C语言中，变量的地址是由编译系统分配的，对用户完全透明，用户不需要知道变量的具体地址。C语言中提供了地址运算符 & 来表示变量的地址。其一般形式为：&变量名；如 &a 表示变量 a 的地址，&b 表示变量 b 的地址。变量本身必须预先说明。设有指向整型变量的指针变量 p，如要把整型变量 a 的地址赋予 p 可以有以下两种方式：

1) 指针变量初始化的方法

```
int a;
```

```
int * p = &a;
```

2) 赋值语句的方法

```
int a;
```

```
int * p;
```

```
p = &a;
```

不允许把一个数赋予指针变量，故下面的赋值是错误的：

```
int * p;
```

```
p = 1000;
```

被赋值的指针变量前不能再加 * 号，如写为 *p = &a 是错误的。

(2) 指针变量作为函数的参数

简单变量作为函数的参数时只能向函数内传递数据，不能从函数中传出运算结果（单向传值），而如果将指针变量用做函数的参数，则既能向函数内传值，又能从函数中传出运算结果（双向传值），这在需要传出不止一个运算结果时很有用。