

电脑小专家丛书



YINGZHAN AOSAI ZHILU

DIANNAO XIAO GUANJIA

HULIAN WANGLUO XIAO ZHUANJIA

DIANNAO XIAO GUANJIA

DIANNAO XIAO ZHUANJIA JICHU

DIANNAO XIAO HUAJIA

CHONGQING
CHUBANSHE

CHONGQING
CHUBANSHE

张瑞琪
主 编

重庆出版社

丛书顾问： 吴文虎 中国计算机学会普及委员会主任
 国际信息学奥林匹克中国队总教练
 全国高等院校计算机基础教育研究会副理事长
 清华大学计算机系教授

丛书主编： 何宗琦 《电脑报》坐堂专家 副教授
 郭志忠 《电脑报》坐堂专家 高级工程师
 曹国钧 《电脑报》坐堂专家 高级工程师
 张瑞琪 成都 7 中 高级教师

内 容 提 要

本书介绍了计算机奥林匹克竞赛的内容、形式及历年来计算机奥林匹克竞赛的情况;对常用的计算机程序设计语言作了归纳性的介绍,以方便读者查询和复习;介绍了计算机程序设计基本算法,内容由浅入深。例题均有详细分析并附有用 BASIC 和 PASCAL 语言编写的程序;书中还附有练习以及一些竞赛题目和解答。

本书适合于有一定计算机基础的广大中、小学生使用。可帮助青少年提高用计算机分析问题和解决问题的能力。可用作中、小学计算机课外活动的教材。是广大青少年计算机爱好者深入学习、了解计算机知识的参考读物。

丛书序

“科学是最高意义的革命力量”(马克思语),是现代社会物质文明与精神文明的基石。传播科学知识、科学思想和科学方法是提高我们中华民族科学文化素养的重要措施,是落实“科教兴国”战略的需要。

电脑文化的兴起及其飞速发展,使人们越来越感到普及电脑知识的重要性与迫切性。电脑科技所创造的记忆系统,引起了人类社会记忆系统的更新,数字化使信息在数量上和性质上发生了极大的变化;以电脑为核心的网络技术,在信息的共享与交换方面,使空间和地域对人的约束力彻底改变了;电脑以其快速强大的逻辑功能正在帮助人类产生更多的思维成果;电脑以其强大的计算功能,使人类认识世界和改造世界的能力大大增强;计算机网络已经成为人类社会发展的核心竞争力,它正像空气、阳光和水一样,成为现代社会人类生存与发展的必需品,成为提高国民的科学文化水平,增强综合竞争能力的一个非常重要的工具,“计算机的普及要从娃娃做起”千真万确,高瞻远瞩!

很多人问我,电脑该怎样学?我认为引导青少年学电脑重在提高他们的能力。目前我想到的有这样四种能力:

1.自学能力:这是日新月异的电脑技术的发展速度所决定的,当着青少年有了一点基础之后,很多东西就可以自学了;

2.实践动手能力:电脑是高科技密集的产品,不动手是很难学会的,电脑本身给使用者提供了既可动手又可自学的良好条件,许多青少年在回顾他们学习电脑的过程时都有这样的体会,动手做就可化难为易;

3.应用,并在应用中培养出的创造能力:学是为了用,有的放矢地学习,会使学习过程变得富有乐趣,学了能用就会给人以成就感,凭增自信心,当着用到随心所欲时,就可以让电脑帮助自己进行创造了,当然是用人脑控制和安排电脑,以便出更多的思维成果;

4.上网能力:要在网上获取信息,与人交流,这时要训练自己能将有用知识和无用知识进行分离的能力。

我们编写的《电脑小专家》系列丛书的目的是给青少年初学者搭台阶,让他们能够较顺利地接受电脑文化,进而驶入信息高速公路,为他们能在新世纪的知识经济社会中施展才华打下一个良好的基础。考虑到这一年龄段的读者群体的需求和认知规律,这套丛书在写法上务求在保证科学实用的基础上,做到简明易懂,图文并茂。但是我们必须说明,理论联系实际是很重要的读书原则,希望读者一定要按照书上的要求,边学边做,动手动脑。我们相信这样做,你就会很快尝到甜头,越学越有信心。学用电脑,方法对头,入门不难,深造也是办得到的。

吴文虎

1998年8月31日于北京清华大学

前 言

随着科学技术与现代社会的发展,计算机已进入了社会的各个领域。尤其在开发青少年的智力方面,已经显示出了强大的威力。而计算机竞赛是吸引广大青少年学习计算机知识的好形式。历年的各级各类计算机竞赛造就了一大批计算机高级人才。为了帮助青少年了解计算机奥林匹克竞赛,学习与计算机奥林匹克竞赛有关的知识,为学校提供计算机竞赛的辅导教材,我们编写了本书。

本书共四章。第1章介绍了计算机奥林匹克竞赛的内容、形式及历年来计算机奥林匹克竞赛的情况;第2章对常用的计算机程序设计语言 BASIC 和 PASCAL 作了归纳性的介绍,以方便读者查阅和复习;第3、4章介绍了计算机程序设计的基本方法,内容由浅入深。每节例题进行了详细的分析,并附有用 BASIC 和 PASCAL 语言编写的程序;书中还附有练习以及一些竞赛题目和解答。阅读本书可帮助青少年提高用计算机分析问题和解决问题的能力。

本书的编者是多年来辅导计算机竞赛的老师以及目前就读于清华大学计算机系的1995、1996年的计算机国家集训队选手。其中两位编者是国际计算机奥林匹克竞赛的金牌得主,他们将自己丰富的经验和竞赛实践中的体会写进了本书,以期对青年朋友们有所帮助。

本书难免有错误或不妥之处,敬请读者指正。

编 者

1998年7月

《电脑小专家丛书》书目

1. 电脑小专家基础
2. 电脑小画家
3. 电脑小管家
4. 互联网络小专家
5. 迎战奥赛之路
6. 电脑小作家 ★
7. 多媒体大师 ★
8. 电脑游戏王 ★
9. 编程小专家 ★
10. 电脑音乐家 ★

注：标★号者为计划出版品种

目 录

第1章 概述	1
1.1 国际信息学(计算机)奥林匹克的由来与发展	1
1.2 全国青少年信息学(计算机)奥林匹克竞赛	2
1.3 计算机奥林匹克竞赛选手应具备的知识	3
第2章 计算机程序设计语言简介	5
2.1 BASIC 语言	5
2.1.1 输出语句	5
2.1.2 终止语句	5
2.1.3 赋值语句	5
2.1.4 键盘输入语句	6
2.1.5 读数语句/置数语句	6
2.1.6 无条件转向语句	7
2.1.7 条件语句	7
2.1.8 循环语句	8
2.1.9 数组说明语句	8
2.1.10 注释语句	9
2.1.11 转子语句/返回语句(子程序)	10
2.1.12 标准函数	10
2.1.13 常用键盘命令	11
2.2 PASCAL 语言	12
2.2.1 输出语句	12
2.2.2 赋值语句	12
2.2.3 读语句	12
2.2.4 条件语句	13
2.2.5 情况选择语句	13
2.2.6 当语句	14
2.2.7 直到语句	15
2.2.8 循环语句	15
2.2.9 GOTO 语句和标号	16
2.2.10 枚举类型	16
2.2.11 子界类型	17

2.2.12 过程	17
2.2.13 函数	19
2.2.14 数组类型	20
2.2.15 字符串类型	21
2.2.16 集合类型	22
2.2.17 记录类型	22
2.2.18 文件类型	24
2.2.19 指针类型与动态变量	26
2.2.20 常用标准函数和过程	27
第3章 计算机程序设计方法(基础篇)	30
3.1 归纳求解	30
3.2 递推策略	32
3.3 分治策略	34
3.4 穷举策略	36
3.5 小结	39
练习 3.1	40
第4章 计算机程序设计方法(提高篇)	42
4.1 递归与回溯	42
4.1.1 递归方法概述	42
4.1.2 用递归法解决递推和分治问题	45
4.1.3 回溯法	47
4.1.4 小结	56
练习 4.1	56
4.2 数据结构的基础知识	58
4.2.1 概述	59
4.2.2 线性表	61
4.2.3 线性表的查找	65
4.2.4 线性表的排序	66
4.2.5 两种特殊的线性表——栈和队列	67
4.2.6 树	68
4.2.7 遍历二叉树	71
4.2.8 堆排序	74
4.2.9 图	76
4.3 无信息搜索	87
4.3.1 状态图与搜索树	87

4.3.2 深度优先搜索	89
4.3.3 广度优先搜索算法	95
4.3.4 实例	105
练习 4.2	110
4.4 启发式搜索和 A* 算法	112
4.4.1 启发式搜索	113
4.4.2 启发函数与解的效率	119
4.4.3 A* 算法	120
4.4.4 A* 算法实例	121
练习 4.3	127
4.5 搜索中的优化	129
4.5.1 分枝定界法	129
4.5.2 顺序法	134
4.5.3 散列表	137
4.5.4 双向搜索与分阶段搜索	145
4.5.5 小结	153
练习 4.4	154
附录一: 全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛竞赛大纲(试行稿)	157
附录二: 试题	
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛初赛试题(初中组 PASCAL 语言)	159
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛初赛试题(初中组 BASIC 语言)	165
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛初赛试题(高中组 PASCAL 语言)	171
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛初赛试题(高中组 BASIC 语言)	178
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛复赛试题(初中组)	185
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛复赛试题(高中组)	187
第八届国际信息学奥林匹克竞赛试题	189
附录三: 参考解答	
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛初赛试题(初中组)	196
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛初赛试题(高中组)	197
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛复赛试题(初中组)	199
第二届全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛复赛试题(高中组)	202

第 1 章 概 述

1.1 国际信息学(计算机)奥林匹克的由来与发展

一说到奥林匹克,可能你马上就会想起激烈拼搏的体育赛场。是的,体育奥林匹克竞赛有许多扣人心弦的精彩场面,令人久久难以忘怀。然而,你可知道,还有另一种奥林匹克竞赛,它没有喧嚣激烈的场面,没有拉拉队激动人心的掌声和呐喊助阵,有的只是“头脑风暴”和智慧的较量。它的高度紧张与激烈,只有选手们自己知道。这就是计算机奥林匹克竞赛。它的意义一点不比体育奥林匹克竞赛逊色。

计算机竞赛开始于 1977 年,由美国 Wisconsin Parkside 大学发起,后来逐渐发展到美国各地和其他国家。1987 年,保加利亚 Sendov 教授在 UNESCO(联合国教科文组织)第 24 届全体会议上提出举办国际信息学奥林匹克的倡议,定名为 International Olympiad in Informatics(国际信息学奥林匹克),简称 IOI。1989 年 5 月在保加利亚的索菲亚举办了首届 IOI,共有 13 个国家的 46 名选手参赛。其中包括我国的 3 名选手。

国际信息学奥林匹克,就是各国青少年选手在计算机上比赛编程序解难题的能力的一种竞赛。它是计算机知识在全世界青少年中普及的产物。举办国际信息学奥林匹克的宗旨是:通过竞赛形式对有才华的青少年起到激励作用,促使其能力得以发展;让青少年彼此建立联系,推动知识与经验的交流,促进合作与理解;宣传新兴学科信息学,给学习这一类课程增加动力,启发新的思路;建立教育工作者与专家层次上的国际联系,推进学术思想交流。总的来说就是:培养能力,启发思路,推进交流。

中学生学科奥林匹克竞赛(包括数学、物理、化学、信息学和生物五大基础学科)是在联合国教科文组织的支持和赞助下举办的,得到了世界各国广泛重视和积极参加。国际信息学奥林匹克竞赛从 1989 年开始举办以来,已举行了八次。它的举行,对于促进学科教育的发展,促进世界各国青少年的交流和友谊起到了良好的作用。

我国从 1989 年起,每年都派出代表队参加国际信息学奥林匹克竞赛,并且在历届竞赛中都获得了好成绩。在这八届竞赛中,我国参赛选手共 31 名,全部获得奖牌。其中,获金牌 17 面,银牌 6 面,铜牌 8 面,被公认为实力最强的队(表 1.1)。

表 1.1 历届国际信息学奥林匹克竞赛情况

	年份	举办国	国家数	选手数	中国队获奖情况		
					金牌	银牌	铜牌
第一 届	1989	保加利亚	13	46	0	0	3
第二 届	1990	前苏联	26	104	1	2	1
第三 届	1991	希腊	23	76	2	1	0
第四 届	1992	德国	45	169	3	1	0
第五 届	1993	阿根廷	42	155	1	1	2
第六 届	1994	瑞典	51	189	3	0	1
第七 届	1995	荷兰	50	210	3	1	1
第八 届	1996	匈牙利	56	222	4	0	0

你看,中国队的选手真了不起!你也许会问:参加计算机竞赛对青少年的成长有何作用呢?首先应当看到,在当今社会,计算机的出现和日新月异的发展,把社会生产水平提到前所未有的高度,开创了一个技术革命的新时代。有人预计,到 2000 年,全世界会有 3 亿人直接使用计算机工作,也许这个数字还会被突破。按比例计算,中国至少应该有六千万人直接使用计算机。也就是说,掌握计算机技术是当代青少年的一项重要任务。著名的计算机科学家、图灵奖获得者、美国斯坦福大学教授 G. 伏赛斯曾预言:计算机科学将是继自然语言、数学之后,而成为第三位的、对人一生都有大用途的“通用智力工具”。我国计算机竞赛的总教练,国际信息学奥林匹克竞赛的领队,清华大学计算机系吴文虎教授说:“有人说,数、理、化和生命科学是青少年科学素养的四大支柱。我以为,还应当有信息科学,应该是五大支柱。”

计算机竞赛的内容是在计算机上编程解题,它是智力与应用计算机能力的比赛。通过竞赛,可以激发青少年学习计算机知识的兴趣。在竞赛中,选手们既动脑又动手,要想取得好成绩,就必须具备综合能力,包括审题、构思模型与算法、编写程序、上机调试、自行测试和分析答案等等。通过参加竞赛,可以提高各种能力和全面素质。历届参加计算机奥林匹克的选手在竞赛中培养了坚韧不拔的意志品质,刻苦钻研的自学能力。这些选手在以后的大学学习中都脱颖而出,成为计算机技术人才。

青年朋友们,参加到计算机竞赛中来,努力提高自己的能力,展现你的智慧和才华,去领取进入下一世纪的“入场券”。

1.2 全国青少年信息学(计算机)奥林匹克竞赛

国际计算机奥林匹克竞赛每年一次,由每个参赛国选拔 4~5 名选手组成参赛队参加竞赛。为了选拔选手,我国每年举行一次全国青少年计算机奥林匹克竞赛(简称 NOI),竞赛分

初赛、复赛和决赛。初赛和复赛由各省举办,全国统一出题,叫做“全国青少年信息学(计算机)奥林匹克分区联赛”。各省通过联赛,选拔出三名选手(二男一女)组成省队,参加全国决赛(NOI)。决赛中的前15名选手进入国家集训队,通过集训,再选拔出4~5名国手,组成国家队参加国际奥林匹克竞赛。

1.3 计算机奥林匹克竞赛选手应具备的知识

全国青少年计算机奥林匹克竞赛根据选手成绩颁发等级证书。证书的等级由低到高分
为:初级、三级、二级、一级

对各级选手的要求如下:

初级:

1. 掌握计算机的基本操作
2. 初步了解 DOS 系统
3. 基本掌握 BASIC 语言
4. 有一定的阅读程序能力与简单编程能力

三级:

1. 全面了解 DOS 系统
2. 熟练掌握 BASIC 语言
3. 有较强的阅读程序能力
4. 有一定的编程与上机调试程序能力

二级:

1. 初步掌握 PASCAL 语言
2. 数据结构与基本算法入门
3. 有很熟练的编程能力
4. 有很强的上机调试能力

一级:

1. 熟练掌握 PASCAL 语言
2. 熟练掌握数据结构知识
3. 了解组合数学、人工智能知识
4. 有较强的分析、解决问题能力

由于计算机竞赛的基本形式是在计算机上编程解题,就要求选手具有综合能力,既有很
强的编程能力,又能熟练操作计算机。这就需要进行一系列刻苦训练。首先要学好用好计
算机算法语言,目前,大多数高等级选手都使用 PASCAL 语言参赛。而 BASIC 语言以它的简
单易学,受到初学者的青睐。

本书程序主要用 PASCAL 语言写成,同时也有—小部分用 BASIC 语言写成。为方便读

者使用及查阅,本书第2章简单介绍了 BASIC 和 PASCAL 的常用命令及函数,若你已掌握了 BASIC 和 PASCAL,则可直接从第3章开始阅读。

第2章 计算机程序设计语言简介

目前,参赛选手们使用最多的是 PASCAL 语言和 BASIC 语言。在这一章里,将对这两种语言的主要语句作一个归纳性的介绍,以便于读者查阅。

2.1 BASIC 语言

2.1.1 输出语句

格式:

PRINT 输出内容

格式举例:

PRINT "M=";3+4

功能:将输出内容(数值或字符串)显示出来。

说明:

- 输出内容可以是常数、变量和表达式。当输出内容是表达式时,先计算出它的值,再将该值显示出来。
- 当输出内容间用逗号或分号相隔时,按分区格式或紧凑格式显示。
- 当输出语句末尾无标点时,下一输出语句换行输出;当输出语句末尾有逗号或分号时,下一输出语句不换行,在本行下一区紧接输出。
- 输出语句中使用 TAB(X)函数时,输出内容将从第 X 格开始显示。
- BASIC 及 PASCAL 不区别大小写,PRINT 或 Print、print 都视为相同。

2.1.2 终止语句

格式:

END

功能:

使计算机停止运行。

2.1.3 赋值语句

格式:

LET 变量 = 表达式

格式举例:

LET A = 3.14 * R * R

功能:将赋值号右边表达式的值赋给左边的变量。

说明:

- 赋值号左边只能是变量名。
- “LET”可以省略。
- 不要和数学上的“=”(等于)相混淆。例如: $A = A + 1$ 在数学上不成立,而在 BASIC 中是合法的,它的意思是说把 A 的值加上 1,然后再赋值给 A。

2.1.4 键盘输入语句

格式:

(1) INPUT 变量名表

(2) INPUT “提示信息”;变量名表

格式举例:

(1) INPUT A,B

(2) INPUT "A,B=";A,B

功能:

计算机停下来,等待用户通过键盘给变量赋值。格式(2)则先显示提示信息,再停下来,等待用户通过键盘给变量赋值。

说明:

- 在为多个变量赋值时,各数值之间,应当用逗号分隔。
- 从键盘输入的变量的值只能是具体的数,不能是变量或表达式。
- 输入数据的个数必须与变量个数相等。

2.1.5 读数语句/置数语句

1. 读数语句

格式:

READ 变量表

格式举例:

READ A,B,C

功能:从 DATA 语句中顺序取出数据,依次赋给变量。

2. 置数语句

格式:

DATA 数据表

格式举例:

DATA 3,5,7

功能:

为 READ 语句准备数据,是非执行语句。

说明:

- READ 语句和 DATA 语句必须配合使用。
- DATA 语句中的数据必须是常量,不能是表达式。
- DATA 语句是非执行语句,它可以放在程序的任何地方。

2.1.6 无条件转向语句

格式:

GOTO 行号

格式举例:

GOTO 100

功能:改变程序执行顺序,让计算机转到指定语句去执行。

2.1.7 条件语句

格式:

(1) IF 条件 THEN 语句组

(2) IF 条件 THEN 语句组 1 ELSE 语句组 2

格式举例:

(1) IF A > 10 THEN GOTO 60

(2) IF A > B THEN PRINT A ELSE PRINT B

功能:

对于格式(1):先判断条件是否成立,如果条件成立,则先执行 THEN 后的语句组,然后执行 IF 语句的下一句,否则直接执行下一句。

对于格式(2):先判断条件是否成立,如果条件成立,则执行语句组 1,否则执行语句组 2。然后执行 IF 语句的下一句。

说明:

- 条件的组成形式是:表达式 关系符 表达式
- 若 THEN 后只有一个 GOTO 语句,则“GOTO”可以省略。

2.1.8 循环语句

格式:

FOR 循环变量 = 初值 TO 终值 STEP 步长

:

NEXT 循环变量

格式举例:

```
10 FOR I = 1 TO 5 STEP 2
```

```
20 PRINT I
```

```
30 NEXT I
```

```
40 END
```

功能:

循环变量每取一个新值(增加一个步长的值),循环体将执行一次,直到循环变量超过终值时为止。

具体执行过程如下:

(1)执行 FOR 语句,给循环变量赋初值,记下终值和步长。

(2)判断循环变量的值是否超过终值。若未超过终值,则顺序执行循环体语句;若已超过终值,则转(4)。

(3)执行 NEXT 语句,循环变量增加一个步长值,然后转(2)。

(4)结束循环,执行 NEXT 的下一语句。

说明:

- 当步长为正时:初值 < 终值,循环变量递增,当循环变量 > 终值时结束循环。
当步长为负时:初值 > 终值,循环变量递减,当循环变量 < 终值时结束循环。
- 循环变量只能是简单变量。
- 循环参数(初值、终值和步长)可以为常数、变量、表达式;但必须设置合理,否则不执行循环体。
- 当步长为 1 时,“STEP 1”可以省略。
- 循环次数 = $\text{INT}((\text{终值} - \text{初值}) / \text{步长值}) + 1$ 。

2.1.9 数组说明语句

格式: