

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材

ACM/ICPC程序设计与分析 (C++实现)

沈云付
编著



清华大学出版社

21

世纪高等学校计算机教育实用规划教材

ACM/ICPC程序设计与分析 (C++实现)

沈云付 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书介绍 ACM 国际大学生程序设计竞赛概况及程序设计基础,系统介绍数论、组合数学、动态规划、计算几何、搜索、图论和网络流等专题的典型算法,挑选历年竞赛中许多有代表性的竞赛题作为例题进行分析,便于学生编程时模仿学习。每章的例题和习题都配有输入输出样例,方便学生在编程时测试与调试程序。本书以 C++ 为程序设计语言,以提高编程能力为目标,按照由浅入深、循序渐进的原则编写。

本书不仅适合于计算机专业的学生,也适合于非计算机专业的学生。本书是问题求解性自主式学习的程序设计教材,也是学习数据结构与算法设计与分析的参考教材,还可以作为 ACM 国际大学生程序设计竞赛的参考书。

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

ACM/ICPC 程序设计与分析(C++实现)/沈云付编著. —北京:清华大学出版社,2010.7
(21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材)

ISBN 978-7-302-22373-3

I. ①A… II. ①沈… III. ①C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 060297 号

责任编辑:魏江江 赵晓宁

责任校对:李建庄

责任印制:王秀菊

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:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:26 字 数:643 千字

版 次:2010 年 7 月第 1 版 印 次:2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.50 元

产品编号:033268-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整的进一步完善,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用,工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前,工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的计算机教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 面向工程型与应用型学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调实践和应用环节。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课和

专业基础课的教材建设上；特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版，逐步形成精品教材；提倡并鼓励编写体现工程型和应用型专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本，合理配套。基础课和专业基础课教材要配套，同一门课程可以有多本具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化，基本教材与辅助教材、教学参考书，文字教材与软件教材的关系，实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家，择优选用。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时，要引入竞争机制，通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序，确保出书质量。

繁荣教材出版事业，提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度，希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材编委会

联系人：魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

国际大学生程序设计竞赛 (ACM International Collegiate Programming Contest, ACM/ICPC) 是由颇具权威性的美国计算机协会 (Association for Computing Machinery, ACM) 主办的、世界上公认的规模最大、水平最高的国际大学生程序设计竞赛, 旨在使大学生通过编程充分展示自己分析问题和解决问题的能力。该项竞赛从 1970 年举办至今已有 30 多届, 分区域预赛和国际决赛两个阶段进行。ACM 国际大学生程序设计竞赛已成为在世界各国大学生中最具影响力的国际级计算机类的赛事, 是广大爱好计算机编程的大学生展示才华的舞台, 是著名大学计算机教育成果的直接体现, 是信息企业与世界顶尖计算机人才对话的最好机会。

1996 年上海大学将 ACM 国际大学生程序设计竞赛首次引入中国大陆, 举办了首届亚洲区预选赛中国大陆赛区比赛。1996—2001 年间, 共 6 届比赛赛区设在上海, 均由上海大学主办。2002 年起每年分别由国内的 2~5 所高校轮流主办亚洲区预选赛。

随着 ACM 国际大学生程序设计竞赛在中国大陆的蓬勃开展, 一些高校在程序设计类课程 (高级语言程序设计、数据结构、算法设计与分析等) 方面进行了一系列的教学改革, 将程序设计类课程进行整合, 并纷纷推出了网上在线判题系统, 注重学生平时的实践, 强调学生的自主学习和上机实践, 并按 ACM 国际大学生程序设计竞赛的模式进行课程考核。同时, 学生在学过程序设计语言课程后有进一步提高程序设计能力的要求, 在学过数据结构和算法设计与分析后进行在线判题系统实时解题的计划, 甚至有参加各种程序设计竞赛以更快地提高编程能力的愿望。另外, 全国每年仅参加国内主办的亚洲区域预赛的参赛队就达几千支, 而参加各校举办的各类程序设计竞赛的学生更是众多。但目前可供学生参考的资料大多散见于网络和一些书籍或技术资料中, 成系统的资料不多, 在程序设计教和学时, 教师和学生颇感不便, 而有些书只适合于 ACM 竞赛选手培训之用, 不适合用作教材; 而有些 ACM 程序设计书籍很浅显, 使用价值又不大。本书作者是上海大学 ACM 程序设计训练队的教练, 几年来, 常发现一些学生在数论、图论、组合数学等方面知识严重不足, 不了解中国剩余定理、匈牙利算法、波利亚定理等。鉴于上述情况, 作者萌发了写作一本为高级程序设计语言教学之后用于编程进阶和实践训练提高的教材的想法, 以适应教学改革及培养多层次、全面发展的学生的需要。近十年来, 作者一直从事“ACM 程序设计”和“算法设计与分析”课程的教学, 本教材是作者近十年来程序设计教学的总结, 也是训练的产物。

“ACM/ICPC 程序设计”并不是一门语言, 也不是一门学科, 而是专门针对 ACM 国际大学生程序设计竞赛或程序设计提高的一套程序设计思想、方法、算法和技巧, 以及各种类型的算法模型。“ACM/ICPC 程序设计”涉及几乎所有的知识学科, 如数学、物理、化学、生物、通信、机械自动化、商业、经济、贸易, 甚至是社会发展的其他一些领域; 涵盖了许多知识

和经典算法,如高等数学、离散数学、组合数学、数论、概率论、图论、代数、初等几何、计算几何、密码学、计算机信息安全、人工智能等与计算机有关的知识 and 算法。这就要求学生对有广博的知识,有较 强的分析问题和解决问题的能力。但最关键的是学生在计算机学科中具有扎实的基础,对与程序设计有关的各种方法和算法设计与分析的知识有透彻的理解,并能熟练应用于各种具体问题中。“ACM/ICPC 程序设计”并不直接研究算法,但是对大量分布于各个学科中的问题加以提炼,用现有的算法或创造性地设计一些算法加以解决;也不直接研究算法复杂性,但将算法复杂性的理论应用到极致。程序设计中程序的运行时间和内存耗费是设计算法、编写程序关键的两个控制指标,学生们必须时刻铭记于心。

本书适用于已有一定的程序设计基础,能编写涉及数组、指针、函数和控制结构的简单程序的学生使用,对学过数据结构、算法设计与分析课程的学生更加适合。本书以提高读者程序设计和问题求解的能力为目的,它不是高级程序设计语言的专门教科书;为适应教学也没有应用面向对象的设计和封装方法。但是以实例讲解为主,强调程序设计语言的灵活使用,全面地应用 C/C++ 程序设计中有 关知识,以及数据结构和算法设计中的大量算法,使学生学得活,一学就能编程。本书涉及程序设计基础、数值计算、数论、组合数学、一般图论、计算几何、网络流等知识领域,应用高精度计算、贪心、分治、动态规划、搜索等算法解决程序设计中的许多问题。书中的有关章节可独立使用,教师可选择部分章节进行教学,学生也可选择感兴趣的内容自习。本书大致安排如下:

先对 ACM 国际大学生程序设计竞赛和 C++ 程序设计基础进行简单介绍,并通过一些简单实例对 ACM/ICPC 程序设计中的基本编程方法进行叙述,特别是 ACM/ICPC 程序设计必需的文件操作和 C++ 中的输入输出格式控制,这些内容是一些教材所缺乏的,也是学生学习时常常感到困惑的。这是为刚学完高级语言程序设计、有志于进行程序设计竞赛或想在编程方面得到进一步提高的学生准备的入门知识。

随后,本书按数值计算、数论、计算几何学、动态规划、搜索、一般图论中的程序设计、网络流与二分图、组合数学中的程序设计等专题内容分章叙述,系统地介绍了 ACM 国际大学生程序设计竞赛所用到的典型算法。由于 ACM/ICPC 程序设计的内容十分庞杂,无法一一列出所有专题,因此在最后列出一章,专门涉及有关的不属于前面专题的内容,并统称为“杂例”。

每章的介绍主要分两部分,第一部分是各专题中有关的概念和算法,第二部分是实例分析,这些实例大都是近几年来各类程序设计竞赛的真题,具有较高的训练价值。历年来各个赛区的题目,大多汇集到北京大学在线判题系统(<http://acm.pku.edu.cn/>),作者将部分英文题翻译后编入本书。对每一个实例,本书首先对题目进行分析,给出了解题思路,其中涉及算法和数据结构,也有一些给出了算法复杂性。为方便读者学习,大多给出了完整的代码。代码均是用 C/C++ 编写的。只学过 C 语言程序设计的学生,基本上也能看懂本书。

本书为避免一些计算机程序设计语言教材只强调单机设计和编程的弊端,列举了大量编程实例,每章以 ACM/ICPC 竞赛题的形式配有若干习题,供在线编程训练和平时练习之用。建议读者在学习过程中,先在本地机编程、调试,然后对一些题提交到在线判题系统。考虑到 C++ 程序设计语言中 cin 与 cout 的速度不快,作者建议对一些题目输入用 scanf、输出用 printf 以提高输入与输出速度。

感谢上海大学教务处和计算机工程与科学学院领导对本书出版的支持,感谢 ACM/

ICPC 中国大陆区指导委员会的周维民教授及计算机学院的李青教授对本书提出的意见,感谢张倬、陈昕、沈璐旸、李辉等对本书的修改和资料的收集。另外,对素材有明确来源的题,本书加以标记和说明,而对于其他一些无法获知确切来源的素材未加标记,作者谨向为本书直接或间接提供素材的人们表示衷心的感谢。

本书给出的程序仅供学习参考。由于现有的一些判题系统所给的测试数据、时间限制和内存限制可能不同,因此本书的部分代码可能不能完全满足所有判题系统的要求。由于作者水平有限,疏漏和不足之处在所难免,请各位专家和读者批评指正。

如果读者在阅读过程中发现任何问题或有任何建议,恳请发邮件至 yfshen@staff.shu.edu.cn。

编 者

2010 年 6 月

目 录

第 1 章 ACM 国际大学生程序设计竞赛简介	1
1.1 ACM 国际大学生程序设计竞赛概况	1
1.2 ACM 国际大学生程序设计竞赛组织形式简介	1
1.2.1 组队方式和比赛形式	1
1.2.2 竞赛环境	2
1.2.3 判题结果	2
1.2.4 递交与评判	2
1.3 程序设计对学生的要求	3
1.4 程序设计语言选择	3
1.5 ACM 程序设计竞赛题形式	5
习题 1	8
第 2 章 程序设计基础	9
2.1 程序设计概述	9
2.2 算法基础	9
2.2.1 算法概述	9
2.2.2 算法复杂性	10
2.2.3 演绎方法的使用	10
2.2.4 演绎法算法设计举例	11
2.3 程序设计的输入输出形式	13
2.4 C++ 文件操作	15
2.5 输入输出格式控制	19
2.5.1 流基类 ios 层次图	19
2.5.2 非格式化抽取	20
2.5.3 操纵算子	20
2.6 排序	23
2.6.1 冒泡排序	23
2.6.2 快速排序	24
2.7 简单应用	25
2.7.1 转换十六进制数	25

2.7.2	颠倒原文	26
2.7.3	指定个数的整数求和	27
2.7.4	不指定个数的整数求和	28
习题 2		30
第 3 章	程序设计简单问题	32
3.1	ACM/ICPC 程序设计竞赛的题型	32
3.2	简单例子.....	32
3.2.1	空格字符与非空格字符统计	32
3.2.2	荷兰国旗问题	34
3.2.3	城市间的球面距离	36
3.2.4	合并电话簿	39
3.2.5	图书排序问题	42
习题 3		44
第 4 章	高精度计算与代数计算	50
4.1	高精度计算.....	50
4.1.1	基本知识	50
4.1.2	高精度数据的处理方法	50
4.1.3	高精度四则运算的基本处理方法	54
4.2	高精度四则运算应用.....	59
4.2.1	$A+B$ 问题	59
4.2.2	公牛和母牛	59
4.2.3	$A-B$ 问题	61
4.2.4	计算余数问题	62
4.3	代数计算.....	65
4.4	实例研究.....	70
4.4.1	指数函数值	70
4.4.2	是金还是银	71
4.4.3	p 倍和子集问题	74
4.4.4	杨辉三角形	76
4.4.5	黑白棋游戏	77
习题 4		79
第 5 章	数论中的程序设计	85
5.1	从跳兽问题谈起.....	85
5.2	最大公因数与最小公倍数.....	86
5.2.1	公因数和最大公因数的概念	86
5.2.2	最小公倍数	87

5.2.3	欧几里得算法	87
5.3	利用欧几里得算法求整系数一次不定方程 $ax+by=c$ 的解	88
5.4	求解模线性方程	90
5.4.1	模和同余	90
5.4.2	模线性方程	91
5.5	求 $\text{mod } m$ 的逆元素算法	92
5.6	模线性方程组与中国剩余定理	93
5.7	模幂运算与素数测试	95
5.7.1	模幂运算	95
5.7.2	素数测试	96
5.8	二次剩余与 Pell 方程	97
5.8.1	二次剩余	97
5.8.2	Pell 方程	98
5.9	实例研究	99
5.9.1	Magic Horse	99
5.9.2	阶乘问题	101
5.9.3	邮票问题	102
5.9.4	Josephus 问题	104
5.9.5	负数进制转换	107
5.9.6	数塔问题	109
5.9.7	幸运数	111
5.9.8	哥德巴赫猜想	114
	习题 5	117
第 6 章	组合数学中的程序设计	123
6.1	组合数学中有关概念与公式	123
6.1.1	排列与组合及有关的生成算法	123
6.1.2	母函数	129
6.1.3	容斥原理与错排	131
6.1.4	Pólya 定理	132
6.2	实例研究	134
6.2.1	蛋糕	134
6.2.2	杨辉三角形中的奇偶问题	136
6.2.3	足球赛票	140
6.2.4	棋盘格数	141
6.2.5	保险柜上锁	142
6.2.6	弹球游戏	143
6.2.7	最少砝码	144
6.2.8	环	146

6.2.9 珍珠项链	147
6.2.10 统计棋局数	150
习题 6	154

第 7 章 动态规划

7.1 动态规划原理	160
7.2 实例研究	161
7.2.1 游船费问题	161
7.2.2 航线设置	164
7.2.3 复制书稿	166
7.2.4 括号序列	168
7.2.5 整数匹配问题	171
7.2.6 生日蛋糕	174
7.2.7 乘积最大	175
7.2.8 多边形计算	177
习题 7	181

第 8 章 计算几何学

8.1 几何基本知识	186
8.1.1 矢量的概念	186
8.1.2 矢量加减法	186
8.1.3 矢量叉积	187
8.1.4 折线段的拐向判断	187
8.1.5 判断点是否在线段上	188
8.1.6 跨立试验与判断两线段是否相交	188
8.1.7 整数点与 Pick 定理	189
8.2 基本算法	190
8.3 凸包	193
8.3.1 凸包的概念与实例	193
8.3.2 Graham 扫描法	194
8.3.3 Jarvis 步进法	195
8.3.4 Graham 扫描法与 Jarvis 步进法的程序实现	195
8.4 实例研究	200
8.4.1 有缺陷的卫星	200
8.4.2 篱笆	202
8.4.3 处于危险之中的飞行员	205
8.4.4 穿街走巷	206
8.4.5 三角形	209
习题 8	211

第 9 章 搜索算法	216
9.1 广度优先搜索	216
9.1.1 广度优先搜索思想	216
9.1.2 广度优先搜索算法框架	217
9.1.3 广度优先搜索算法实现过程	217
9.2 深度优先搜索	218
9.2.1 深度优先搜索思想	218
9.2.2 深度优先搜索算法实现过程	218
9.2.3 子集树问题和排列树问题——DFS 算法框架	219
9.3 双向广度优先算法	220
9.3.1 双向广度搜索的概念	220
9.3.2 双向广度搜索算法	221
9.4 A* 算法	223
9.4.1 A* 算法概述	223
9.4.2 A* 算法框架	224
9.5 实例研究	225
9.5.1 数的划分	225
9.5.2 通信团体	226
9.5.3 惹事的青蛙	229
9.5.4 子集和问题	232
9.5.5 相异数字序列问题	235
9.5.6 方圆迷宫游戏	241
9.5.7 开关网络	245
9.5.8 油田	250
9.5.9 八数码问题	252
习题 9	257
第 10 章 一般图论中的程序设计	265
10.1 图论算法基础	265
10.1.1 连通性	265
10.1.2 最小生成树	270
10.1.3 最短路径	274
10.1.4 有向图的传递闭包	278
10.1.5 回路问题	278
10.1.6 Bellman-Ford 算法与负权回路	279
10.1.7 第 n 最短路径问题	279
10.2 实例研究	280
10.2.1 无向图的连通分支	280

10.2.2	兵家必争之地	281
10.2.3	交通要道	284
10.2.4	有向图的强连通分支	286
10.2.5	师生树	289
10.2.6	股票经纪人谣言传播	291
10.2.7	丛林小路	294
10.2.8	多边形游戏	297
10.2.9	救火车	299
10.2.10	游戏	302
10.2.11	酒厂选址	303
习题 10		305
第 11 章	网络流与二分图	313
11.1	网络与流	314
11.1.1	网络流基本概念	314
11.1.2	增广路算法	315
11.1.3	求最大流的标号法——Ford-Fulkerson 方法	317
11.2	二分图匹配	318
11.2.1	问题	318
11.2.2	二分图与匹配	318
11.2.3	二分图最大匹配问题网络流算法	319
11.2.4	二分图最大匹配问题的匈牙利算法	319
11.2.5	最小点覆盖与最小路径覆盖	322
11.2.6	二分图最优匹配	324
11.3	实例研究	326
11.3.1	物流运输问题	326
11.3.2	电力网络	328
11.3.3	课程	330
11.3.4	小行星	332
11.3.5	男生和女生	334
11.3.6	最小路径覆盖	336
11.3.7	运动员最佳匹配	338
习题 11		341
第 12 章	杂例	349
12.1	常用的有关算法	349
12.2	实例研究	350
12.2.1	方圆游戏	350
12.2.2	删数游戏	351

12.2.3	雷达安装	353
12.2.4	友好数	356
12.2.5	移动火柴	357
12.2.6	逆波兰式	359
12.2.7	分型	360
12.2.8	手机菜单	363
12.2.9	多项式构造问题	364
12.2.10	Petri 网络模拟	366
12.2.11	奇异的结构	370
习题 12		375
附录 A 程序设计竞赛过程和 PC ² 竞赛系统使用		383
附录 B 八数码问题的 C++ 语言实现程序		386
B1	双向广度优先算法求解八数码问题的程序	386
B2	八数码问题的 A* 算法 C++ 语言实现程序	391
参考文献		397

第 1 章 ACM 国际大学生程序设计竞赛简介

1.1 ACM 国际大学生程序设计竞赛概况

ACM 国际大学生程序设计竞赛 (ACM International Collegiate Programming Contest, ACM/ICPC) 是由颇具权威性的美国计算机协会 (Association for Computing Machinery, ACM) 主办的, 是世界上公认的规模最大、水平最高的国际大学生程序设计竞赛, 是计算机界的奥林匹克比赛。该项竞赛从 1970 年起至 2009 年已举办 30 多届。历年来这样的竞赛都荟萃了世界各大洲的精英, 云集了计算机界的“希望之星”, 因而该赛事受到国际各知名大学的重视, 并受到全世界各著名计算机公司的高度关注。

此项赛事的目的是大学生运用计算机编程平台, 充分展示自己分析问题和解决问题的能力, 团队合作精神以及他们在程序设计过程中的创新意识, 同时也是检测学生们在压力下进行开发活动的的能力。可以说, ACM 国际大学生程序设计竞赛是参赛学生展示计算机才华的广阔舞台, 是大学计算机教育成果的直接体现, 是 IT 企业与世界顶尖计算机人才对话的最好机会。该项竞赛分区域预赛和世界总决赛两个阶段进行, 世界总决赛安排在每年的 3~4 月举行, 而区域预赛安排在上一年度的 9~12 月在各大洲举行。另外, 为配合世界总决赛和洲区域预赛, 也有称为地区二级预赛的国家赛、省级赛、学校选拔赛以及邀请赛。IBM 公司已连续多年赞助该项赛事的世界总决赛和区域预赛, 而一些企业也争相赞助, 使 ACM 赛事在各大洲蓬勃开展。

ACM/ICPC 的区域预赛规模大、范围广。仅在 2009 年第 34 届 ACM/ICPC 亚洲赛区预赛设 15 个赛区, 其中中国大陆设: 东华大学、武汉大学、浙江大学宁波理工学院、中国科学技术大学、哈尔滨工业大学等 5 个赛区。随着 ACM/ICPC 亚洲赛区赛事活动的增加, 参赛队伍越来越多, 而现场赛参赛队规模仅有 100 支左右, 因此各赛区大多进行网络预选赛。近几年国内赛区常有上千支队伍参加角逐, 争夺参加亚洲区域赛现场赛资格的有限个名额, 其激烈程度可想而知。

上海大学于 1996 年将 ACM 国际大学生程序设计竞赛引入中国大陆。在 1996—2001 年的 6 年间, 大陆的亚洲区域赛均由上海大学主办。从 2002 年开始, 每年的亚洲区域赛由国内的 2~5 所高校主办。国内高校在历届世界总决赛中都取得了很好的成绩。

1.2 ACM 国际大学生程序设计竞赛组织形式简介

1.2.1 组队方式和比赛形式

仅限在读本科生、一年级硕士研究生; 专业不限。该规定随着时间变迁有所调整。

比赛形式: 每支队伍 3 人一台计算机, 编程解决 6~11 道用英文描述背景和任务的问题。

题,5个小时赛程,实时评判,动态排名。

1.2.2 竞赛环境

- (1) 比赛系统: PC², 这是 ACM 国际大学生程序设计竞赛的标准竞赛系统。
- (2) 操作系统: Windows 98/2000/XP、或 Windows NT、Linux 等。
- (3) 编程环境: C(gcc)、C++(g++)、Java、PASCAL 等。
- (4) 训练环境: 网上在线判题系统——Web 界面、自动判题、实时显示判题结果。

UVA	http://acm.uva.edu.es
北大	http://acm.pku.edu.cn
浙大	http://acm.zju.edu.cn
上大	http://acmoj.shu.edu.cn

1.2.3 判题结果

PC² 比赛环境中的判题结果分类:

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| (1) Yes | 程序运行结果正确 |
| (2) No——Compilation Error | 编译错误 |
| (3) No——Run-time Error | 运行时错误 |
| (4) No——Time-limit Exceeded | 运行超时 |
| (5) No——Wrong Answer | 输出结果错 |
| (6) No——Excessive Output | 输出超长 |
| (7) No——Output Format Error | 输出结果格式错误 |
| | (正式比赛前由裁判组告知是否列入错误范围) |
| (8) No——Contact Staff | 错,与工作人员联系 |
- 网上在线判题系统也有类似的判题结果分类。

1.2.4 递交与评判

学生首先阅读题目,设计算法,按输入、输出要求在学生的终端上编辑、调试源代码,然后学生提交源代码给服务器进行评判。采用黑盒测试来评判代码。

根据这一评判特点,学生应该注意以下几点:

- (1) 程序必须按照题目规定的文本格式输出,不要随意添加一些输出没有要求的内容。
 - (2) 程序必须自行处理多输入和结束符情况。
 - (3) 只有通过全部测试数据才得分,部分通过无效。
 - (4) 测试数据对参赛学生是未知的。
 - (5) 实际数据往往包含样例中没有的隐含规则,可能有一些边界情况。
 - (6) 学生的程序运行要受到时间或内存的限制。
 - (7) 学生递交的题会返回判题结果,但学生无法收到程序实际运行的数据和出错位置等信息。
 - (8) 在学生本机上通过的程序有可能在裁判机上无法通过,错误原因有多种。
- 比赛的输入和输出有文件与控制台两种方式,即一般磁盘文件输入输出和标准输入输出。