

国际大学生 程序设计竞赛例题解 (八)

广东省信息学奥林匹克竞赛试题
(2007 - 2009年)

郭嵩山 陈宇恒 张钊毅 周贤豪 著

含光盘1张



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

国际大学生程序设计竞赛例题解

(八)

广东省信息学奥林匹克竞赛试题

(2007—2009 年)

郭嵩山 陈宇恒 张钊毅 周贤豪 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书收录了 2007—2009 年广东省青少年信息学奥林匹克竞赛的全部试题、完整的测试数据和答案。为了方便读者学习,本书对每个题目做了详尽的题目分析并详细地讲解了其算法实现的原理,同时提供了完善的参考程序及其程序分析。书中提供了基本测试数据,便于读者测试自行完成上述题目的结果。随书附带的光盘备有所有例题完整的测试数据,便于有更多需求的同学利用规模更大的测试数据进行训练和学习。

本书所提供的题目都是原创题,题目构思新颖,内容有趣,所涉及到的算法知识面广,基本上覆盖大学计算机类本科专业的所学到的基本算法。

本书可以作为高等院校大学生和研究生准备参加各级国际大学生程序设计竞赛活动的辅导教材和训练题集,也可以作为高等院校研究生和本科高年级学生学习相关课程的参考书,同时也可以作为中学省级以上信息学奥林匹克优秀选手准备高层次程序设计竞赛的参考用书。

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

国际大学生程序设计竞赛例题解. 8, 广东省信息学奥林匹克竞赛试题: 2007~2009 年 / 郭嵩山等著.

— 北京: 电子工业出版社, 2011.10

ISBN 978-7-121-14629-9

I. ①国… II. ①郭… III. ①程序设计—竞赛—高等学校—题解 IV. ①TP311.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 190598 号

策划编辑: 龚立堇

责任编辑: 王玉国

印 刷: 北京季蜂印刷有限公司

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

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: 787×1 092 1/16 印张: 19.75 字数: 502.4 千字

印 次: 2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 39.00 元 (含光盘 1 张)

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 zlt@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

ACM 国际大学生程序设计竞赛 (ACM International Collegiate Programming Contest, 简称 ACM/ICPC) 是由国际计算机界历史悠久、颇具权威性的组织 ACM 学会 (Association for Computer Machinery) 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, 其目的旨在使大学生运用计算机来充分展示自己分析问题和解决问题的能力。该项竞赛从 1970 年举办至今已历 34 届, 因历届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”, 而受到国际各知名大学的重视, 并受到全世界各著名 IT 企业的高度关注, 成为世界各国大学生最具影响力的国际级计算机类的赛事。ACM 所颁发的获奖证书也为世界各知名大学、各著名 IT 企业所认可。该项竞赛分为区域预赛和世界决赛两个阶段进行, 各预赛区第一名自动获得参加世界决赛的资格, 世界决赛安排在每年的 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。ACM/ICPC 的区域预赛是规模很大, 范围很广的赛事, 以 2010 年为例, 全世界有 88 个国家和地区、2070 所大学、8305 支参赛队在六大洲的 37 个赛站中争夺世界决赛的 105 个名额, 其激烈程度可想而知。

与其他编程竞赛相比, ACM/ICPC 题目难度更大, 更强调算法的高效性, 不仅要解决一个指定的命题, 而且必须以最佳的方式解决指定的命题; 它涉及的知识面广, 与大学计算机系本科及研究生课程直接关联, 如程序设计、离散数学、数据结构、人工智能、算法分析与设计等; 课程对数学要求更高; 由于采用英文命题, 对英语要求较高; ACM/ICPC 采用 3 人合作、公用一台电脑, 所以它更强调团队协作精神; 由于许多题目并无现成的算法, 需要具备创新的精神, ACM/ICPC 不仅强调学科的基础, 更强调全面素质和能力的培养; 由于 ACM/ICPC 是采用 5 小时全封闭式竞赛, 参赛队员与外界完全隔离, 独立完成, 是参赛队员实际能力的真实表露, 其成绩可信度甚高。ACM/ICPC 又是一种“开卷考试”, 可以带任何书籍、资料甚至源程序代码清单 (但不能带电子媒体), 不需要死背算法, 而强调的是算法的灵活运用; 与其他计算机竞赛 (如软件设计, 网站设计等) 相比, ACM/ICPC 有严谨而客观的评判规则 (严格的数据测试), 排除了因评委的主观因素而造成评审不公平的现象, 所以, ACM/ICPC 对成绩的争议较少。

中山大学自 1997 年首次参加 ACM/ICPC 亚洲区预赛以来的 14 年中, 每年都派出多支队伍共参加过 57 次亚洲区预赛, 成绩有 48 次在前 6 名 (6 次在前 10 名), 其中 26 次进入三甲, 夺得 6 次冠军 (1999 年台北, 2002、2003 年高雄, 2007 年岷港, 2009 年合肥, 2010 年成都)、9 次亚军 (2000 年香港、筑波, 2003 年北京、广州, 2006 年河内, 2007 年首尔, 2008 年雅加达、首尔, 2009 年宁波)、11 次季军 (1998—2000 年上海、2001 年达卡、2002 年北京, 2003 年高雄, 2004 年马尼拉, 2005 年台北、北京, 2006 年首尔, 2007 年成都)。中山大学的参赛队 12 次进入全球总决赛 (1999—2001 年、2003—2011 年): 2000 年在美国佛罗里达州奥兰多市举行的第 24 届全球总决赛中取得了第 11 名的好成绩; 2001 年在加拿大温哥华市举行的第 25 届全球总决赛中首获铜牌 (世界第 14 名); 2003 年在美国洛杉矶市好莱坞举行的第 27 届全球总决赛中取得世界第 8 名并首获银牌的好成绩, 跻身世界八强之列; 2004 年在捷克布拉格市举行的第 28 届全球总决赛中获得世界第 11 名并再获铜牌, 且

在中国内地高校中排名第一；2005年在上海市举行的第29届全球总决赛中获得世界第17名；2006年在美国得克萨斯州圣安东尼奥市举行的第30届全球总决赛中获得世界第19名；2007年在日本东京市举行的第31届全球总决赛中获得世界第26名；2008年在加拿大班夫市举行的第32届全球总决赛中获得世界第23名；2009年在瑞典斯德哥尔摩市举行的第33届全球总决赛中获得世界第20名；2010年在哈尔滨市举行的第34届全球总决赛中获得世界第10名并再获铜牌；2011年在美国佛罗里达州奥兰多市举行的第35届全球总决赛中获得世界第13名。

为了有助于高等院校的大学生备战国际大学生程序设计竞赛，使其进一步提高程序设计水平和分析问题与解决问题的能力，我们编写了这套《国际大学生程序设计竞赛例题解》。本书是这套《国际大学生程序设计竞赛例题解》的第八册，编程所用的语言版本是 Microsoft Visual C++。全书共分9章，本书收录了2007—2009年广东省青少年信息学奥林匹克竞赛（GDKOI、GDOI、GDSOI）的全部试题、完整的测试数据和答案。为了方便读者学习，本书对每个题目做了详尽的题目分析，并详细地讲解其算法实现的原理，同时提供了完善的参考程序及其程序分析，供读者参考。书中提供了基本测试数据，以方便读者测试自行完成上述题目的结果。随书附带的光盘备有所有例题中完整的测试数据，以便有更多需求的同学能利用规模更大的测试数据进行训练和学习。参与上述竞赛的命题的有：张子臻、吴毅、刘祖立、翁雨键、梁志荣、刘曦、涂德健、黄硕、熊鹰扬、张瑞文、周贤豪、陈宇恒、陈才斌、张钊毅、江泽斌、杨飞雕、赵浩泉等，他们大部分是硕士研究生，都是参加过世界决赛或亚洲多个赛站区域预赛并取得很好成绩的中山大学队的主力队员。

本书由中山大学郭嵩山教授和他指导的3位研究生撰写，郭嵩山老师是国际大学生程序设计竞赛中山大学队的主教练，3位研究生是参加过全球总决赛或亚洲多个赛站区域预赛并取得很好成绩的中山大学队的主力队员。作者期望能将自己的知识、经验、心得和体会，奉献给广大的程序设计爱好者，以便与大家共同探讨和交流。

本书所提供的题目全部为原创题，题目构思新颖、涉及的算法知识面广，基本上覆盖大学计算机类本科专业所学到的基本算法。本书可以作为高等院校大学生和研究生准备参加各级国际大学生程序设计竞赛活动的辅导教材及训练题集，也可以作为高等院校研究生和本科高年级学生学习相关课程的参考书，并适于作为中学省级以上信息学奥林匹克优秀选手备战高层次程序设计竞赛的参考用书。

由于我们水平所限，书中难免有不足之处，欢迎读者批评指正，谢谢！

作 者

2011年8月

目 录

本书试题涉及知识点的说明	1
第 1 章 2007 年广东省青少年信息学重点中学邀请赛 (GDKOI) 试题分析	4
1.1 谁是天才 (难度: ★★★☆☆)	4
1.1.1 试题	4
1.1.2 题目分析和算法实现	5
1.1.3 参考程序及程序分析	5
1.1.4 部分测试数据和输出结果	7
1.2 讨厌的新系统 (难度: ★★☆☆☆)	8
1.2.1 试题	8
1.2.2 题目分析和算法实现	9
1.2.3 参考程序及程序分析	10
1.2.4 部分测试数据和输出结果	11
1.3 纳克萨玛斯 (难度: ★★★☆☆)	12
1.3.1 试题	12
1.3.2 题目分析和算法实现	13
1.3.3 参考程序及程序分析	14
1.3.4 部分测试数据和输出结果	17
1.4 秦始皇陵 (难度: ★★★★★)	18
1.4.1 试题	18
1.4.2 题目分析和算法实现	20
1.4.3 参考程序及程序分析	21
1.4.4 部分测试数据和输出结果	22
1.5 围棋 (难度: ★★☆☆☆)	23
1.5.1 试题	23
1.5.2 题目分析和算法实现	24
1.5.3 参考程序及程序分析	25
1.5.4 部分测试数据和输出结果	26
1.6 大航海 (难度: ★★★☆☆)	27
1.6.1 试题	27
1.6.2 题目分析和算法实现	28
1.6.3 参考程序及程序分析	29
1.6.4 部分测试数据和输出结果	30
1.7 括号游戏 (难度: ★★★★★)	31
1.7.1 试题	31
1.7.2 题目分析和算法实现	32
1.7.3 参考程序及程序分析	33
1.7.4 部分测试数据和输出结果	34
1.8 轰炸 (难度: ★★★★★)	35

1.8.1	试题	35
1.8.2	题目分析和算法实现	36
1.8.3	参考程序及程序分析	37
1.8.4	部分测试数据和输出结果	41
第 2 章	2007 年广东省青少年信息学奥林匹克决赛 (GDOI) 试题分析	42
2.1	涂鸦 (难度: ★☆☆☆☆)	42
2.1.1	试题	42
2.1.2	题目分析和算法实现	43
2.1.3	参考程序及程序分析	44
2.1.4	部分测试数据和输出结果	44
2.2	时间与空间之旅 (难度: ★★★☆☆)	44
2.2.1	试题	44
2.2.2	题目分析和算法实现	46
2.2.3	参考程序及程序分析	46
2.2.4	部分测试数据和输出结果	48
2.3	剑之修炼 (难度: ★★★☆☆)	48
2.3.1	试题	48
2.3.2	题目分析和算法实现	50
2.3.3	参考程序及程序分析	50
2.3.4	部分测试数据和输出结果	54
2.4	小岛探险 (难度: ★★★☆☆)	54
2.4.1	试题	54
2.4.2	题目分析和算法实现	56
2.4.3	参考程序及程序分析	56
2.4.4	部分测试数据和输出结果	61
2.5	骰神秘笈 (难度: ★★☆☆☆)	62
2.5.1	试题	62
2.5.2	题目分析和算法实现	63
2.5.3	参考程序及程序分析	64
2.5.4	部分测试数据和输出结果	65
2.6	积木游戏 (难度: ★★★☆☆)	66
2.6.1	试题	66
2.6.2	题目分析和算法实现	67
2.6.3	参考程序及程序分析	67
2.6.4	部分测试数据和输出结果	68
2.7	夏娜的菠萝包 (难度: ★★★★★)	68
2.7.1	试题	68
2.7.2	题目分析和算法实现	70
2.7.3	参考程序及程序分析	70
2.7.4	部分测试数据和输出结果	72
2.8	魔之修炼 (难度: ★★★★★)	72
2.8.1	试题	72
2.8.2	题目分析和算法实现	74

2.8.3	参考程序及程序分析	75
2.8.4	部分测试数据和输出结果	79
第 3 章	2007 年全国青少年信息学竞赛广东省队组队选拔赛 (GDSOI) 试题分析	80
3.1	取石子游戏 (难度: ★★☆☆☆)	80
3.1.1	试题	80
3.1.2	题目分析和算法实现	81
3.1.3	参考程序及程序分析	81
3.1.4	部分测试数据和输出结果	82
3.2	循环有序序列 (难度: ★★☆☆☆)	83
3.2.1	试题	83
3.2.2	题目分析和算法实现	84
3.2.3	参考程序及程序分析	85
3.2.4	部分测试数据和输出结果	86
3.3	不公平的比赛 (难度: ★★★★★)	86
3.3.1	试题	86
3.3.2	题目分析和算法实现	88
3.3.3	参考程序及程序分析	88
3.3.4	部分测试数据和输出结果	92
3.4	地精计算机 (难度: ★★☆☆☆)	93
3.4.1	试题	93
3.4.2	题目分析和算法实现	94
3.4.3	参考程序及程序分析	95
3.4.4	部分测试数据和输出结果	98
第 4 章	2008 年广东省青少年信息学重点中学邀请赛 (GDKOI) 试题分析	99
4.1	万能遥控器 (难度: ★★☆☆☆)	99
4.1.1	试题	99
4.1.2	题目分析和算法实现	100
4.1.3	参考程序及程序分析	100
4.1.4	部分测试数据和输出结果	103
4.2	夜宵 1 号 (难度: ★★☆☆☆)	104
4.2.1	试题	104
4.2.2	题目分析和算法实现	105
4.2.3	参考程序及程序分析	105
4.2.4	部分测试数据和输出结果	109
4.3	天堂之花 (难度: ★★☆☆☆)	109
4.3.1	试题	109
4.3.2	题目分析和算法实现	110
4.3.3	参考程序及程序分析	111
4.3.4	部分测试数据和输出结果	114
4.4	张小牛日记 (难度: ★★☆☆☆)	115
4.4.1	试题	115
4.4.2	题目分析和算法实现	116
4.4.3	参考程序及程序分析	117

4.4.4	部分测试数据和输出结果	117
4.5	礼物 (难度: ★★★☆☆)	118
4.5.1	试题	118
4.5.2	题目分析和算法实现	119
4.5.3	参考程序及程序分析	120
4.5.4	部分测试数据和输出结果	121
4.6	企鹅 (难度: ★★★☆☆)	121
4.6.1	试题	121
4.6.2	题目分析和算法实现	122
4.6.3	参考程序及程序分析	123
4.6.4	部分测试数据和输出结果	124
4.7	地板砖 (难度: ★★★★★☆)	125
4.7.1	试题	125
4.7.2	题目分析和算法实现	126
4.7.3	参考程序及程序分析	127
4.7.4	部分测试数据和输出结果	130
4.8	减肥 (难度: ★★★★★★)	131
4.8.1	试题	131
4.8.2	题目分析和算法实现	132
4.8.3	参考程序及程序分析	133
4.8.4	部分测试数据和输出结果	137
4.9	总体题目分析和比赛情况	137
4.9.1	题目总结分析	137
4.9.2	比赛情况	137
第 5 章	2008 年广东省青少年信息学奥林匹克决赛 (GDOI) 试题分析	138
5.1	求和号 (难度: ★☆☆☆☆)	138
5.1.1	试题	138
5.1.2	题目分析和算法实现	139
5.1.3	参考程序及程序分析	139
5.1.4	部分测试数据和输出结果	140
5.2	彩球游戏 (难度: ★★★★★☆)	140
5.2.1	试题	140
5.2.2	题目分析和算法实现	141
5.2.3	参考程序及程序分析	142
5.2.4	部分测试数据和输出结果	147
5.3	酱油推广活动 (难度: ★★★★★☆)	148
5.3.1	试题	148
5.3.2	题目分析和算法实现	148
5.3.3	参考程序及程序分析	149
5.3.4	部分测试数据和输出结果	154
5.4	指纹 (难度: ★★★★★★)	154
5.4.1	试题	154
5.4.2	题目分析和算法实现	156

5.4.3	参考程序及程序分析	158
5.4.4	部分测试数据和输出结果	160
5.5	无聊的黑叔 (难度: ★★☆☆☆)	160
5.5.1	试题	160
5.5.2	题目分析和算法实现	161
5.5.3	参考程序及程序分析	162
5.5.4	部分测试数据和输出结果	163
5.6	狐狸的谜语 (难度: ★★★★★☆)	163
5.6.1	试题	163
5.6.2	题目分析和算法实现	164
5.6.3	参考程序及程序分析	165
5.6.4	部分测试数据和输出结果	167
5.7	方块游戏 (难度: ★★★★★☆)	168
5.7.1	试题	168
5.7.2	题目分析和算法实现	169
5.7.3	参考程序及程序分析	171
5.7.4	部分测试数据和输出结果	172
5.8	正方矩阵 (难度: ★★★★★☆)	172
5.8.1	试题	172
5.8.2	题目分析和算法实现	173
5.8.3	参考程序及程序分析	173
5.8.4	部分测试数据和输出结果	176
5.9	总体题目分析和比赛情况	177
5.9.1	题目总结分析	177
5.9.2	比赛情况	177
第 6 章	2008 年全国青少年信息学竞赛广东省队组队选拔赛 (GDSOI) 试题分析	178
6.1	WING (难度: ★★★★★☆)	178
6.1.1	试题	178
6.1.2	题目分析和算法实现	179
6.1.3	参考程序及程序分析	180
6.1.4	部分测试数据和输出结果	181
6.2	鱼肉炸弹 (难度: ★★★★★☆)	181
6.2.1	试题	181
6.2.2	题目分析和算法实现	182
6.2.3	参考程序及程序分析	183
6.2.4	部分测试数据和输出结果	186
6.3	验证码 (难度: ★★★★★☆)	186
6.3.1	试题	186
6.3.2	题目分析和算法实现	188
6.3.3	参考程序及程序分析	188
6.3.4	部分测试数据和输出结果	191
6.4	关键公路 (难度: ★★★★★☆)	192
6.4.1	试题	192

6.4.2	题目分析和算法实现	193
6.4.3	参考程序及程序分析	193
6.4.4	部分测试数据和输出结果	195
第 7 章	2009 年广东省青少年信息学重点中学邀请赛 (GDKOI) 试题分析	196
7.1	WXYZ 与绿豆饼 (难度: ★☆☆☆☆)	196
7.1.1	试题	196
7.1.2	题目分析和算法实现	197
7.1.3	参考程序及程序分析	197
7.1.4	部分测试数据和输出结果	198
7.2	Bug (难度: ★★☆☆☆)	199
7.2.1	试题	199
7.2.2	题目分析和算法实现	200
7.2.3	参考程序及程序分析	200
7.2.4	部分测试数据和输出结果	201
7.3	费洛蒙 (难度: ★★★☆☆)	202
7.3.1	试题	202
7.3.2	题目分析和算法实现	203
7.3.3	参考程序及程序分析	203
7.3.4	部分测试数据和输出结果	206
7.4	电梯问题 (难度: ★★★★★)	207
7.4.1	试题	207
7.4.2	题目分析和算法实现	209
7.4.3	参考程序及程序分析	210
7.4.4	部分测试数据和输出结果	214
7.5	猴子 (难度: ★★☆☆☆)	216
7.5.1	试题	216
7.5.2	题目分析和算法实现	217
7.5.3	参考程序及程序分析	217
7.5.4	部分测试数据和输出结果	219
7.6	Debug (难度: ★★☆☆☆)	220
7.6.1	试题	220
7.6.2	题目分析和算法实现	221
7.6.3	参考程序及程序分析	222
7.6.4	部分测试数据和输出结果	223
7.7	Lie Dice III: 雀神秘笈 (难度: ★★☆☆☆)	224
7.7.1	试题	224
7.7.2	题目分析和算法实现	225
7.7.3	参考程序及程序分析	225
7.7.4	部分测试数据和输出结果	227
7.8	棍子 (难度: ★★★★★☆☆)	228
7.8.1	试题	228
7.8.2	题目分析和算法实现	228
7.8.3	参考程序及程序分析	229

7.8.4	部分测试数据和输出结果	232
第 8 章	2009 年广东省青少年信息学奥林匹克竞赛决赛 (GDOI) 试题分析	233
8.1	哆啦 A 梦的百宝袋 (难度: ★☆☆☆☆)	233
8.1.1	试题	233
8.1.2	题目分析和算法实现	234
8.1.3	参考程序及程序分析	234
8.1.4	部分测试数据和输出结果	235
8.2	伟大的航路 (难度: ★★★☆☆)	235
8.2.1	试题	235
8.2.2	题目分析和算法实现	237
8.2.3	参考程序及程序分析	238
8.2.4	部分测试数据和输出结果	240
8.3	课堂笔记 (难度: ★★☆☆☆)	240
8.3.1	试题	240
8.3.2	题目分析和算法实现	243
8.3.3	参考程序及程序分析	244
8.3.4	部分测试数据和输出结果	245
8.4	魔神英雄传 (难度: ★★★★★)	245
8.4.1	试题	245
8.4.2	题目分析和算法实现	247
8.4.3	参考程序及程序分析	247
8.4.4	部分测试数据和输出结果	250
8.5	小新的问题 (难度: ★★☆☆☆)	252
8.5.1	试题	252
8.5.2	题目分析和算法实现	253
8.5.3	参考程序及程序分析	254
8.5.4	部分测试数据和输出结果	255
8.6	咕嚕咕嚕魔法阵 III (难度: ★★☆☆☆)	255
8.6.1	试题	255
8.6.2	题目分析和算法实现	256
8.6.3	参考程序及程序分析	258
8.6.4	部分测试数据和输出结果	260
8.7	佩恩的秘密 (难度: ★★☆☆☆)	261
8.7.1	试题	261
8.7.2	题目分析和算法实现	262
8.7.3	参考程序及程序分析	264
8.7.4	部分测试数据和输出结果	268
8.8	又是 Bug (难度: ★★☆☆☆)	269
8.8.1	试题	269
8.8.2	题目分析和算法实现	270
8.8.3	参考程序及程序分析	270
8.8.4	部分测试数据和输出结果	273

第 9 章	2009 年全国青少年信息学竞赛广东省队组队选拔赛 (GDSOI) 试题分析	275
9.1	怪盗基德与牌神秘笈 (难度: ★★☆☆☆)	275
9.1.1	试题	275
9.1.2	题目分析和算法实现	277
9.1.3	参考程序及程序分析	277
9.1.4	部分测试数据和输出结果	279
9.2	青蛙军曹的地球进攻计划 (难度: ★★☆☆☆)	280
9.2.1	试题	280
9.2.2	题目分析和算法实现	281
9.2.3	参考程序及程序分析	282
9.2.4	部分测试数据和输出结果	283
9.3	钱之炼金术师 (难度: ★★★★★☆)	284
9.3.1	试题	284
9.3.2	题目分析和算法实现	285
9.3.3	参考程序及程序分析	285
9.3.4	部分测试数据和输出结果	288
9.4	牛影传说 (难度: ★★★★★☆)	289
9.4.1	试题	289
9.4.2	题目分析和算法实现	291
9.4.3	参考程序及程序分析	292
9.4.4	部分测试数据和输出结果	297
附录	中国内地高校参加 ACM/ICPC 全球总决赛成绩 (1997—2011 年)	299
	参考文献	300
	作者简介	301

本书试题涉及知识点的说明

本书中的题目来自 2007—2009 年广东省青少年信息学奥林匹克竞赛决赛和邀请赛，所有题目都是在 ACM/ICPC 竞赛中取得优异成绩的历届中山大学 ACM/ICPC 代表队成员原创的，题型丰富，所覆盖的知识面相当广泛，包括了各种常用的算法设计方法，数据结构设计，以及计算几何、图论、数论、模拟和博弈论等方面的知识。

1. 算法设计方法

(1) 递推和递归。几乎所有算法书都将递推和递归列为学习算法设计的第一步。递推就是逐步推导的过程，是从规模较小的问题逐步推导出规模较大问题的一个迭代过程。递推算法主要包含递推初始条件和递推方程两个要素。而递归则是一种降格思维，将问题表示为与原问题相似但规模更小的问题，然后通过函数的自调用来求解问题。递归算法主要包含递归终止条件和递归方程两个要素，递推的算法通常都可以改写成递归。递推在各种数学推导及动态规划中经常被用到。本书中涉及递归算法的题目有 2.6 节“积木游戏”、4.5 节“礼物”、5.7 节“方块游戏”等。

(2) 搜索、枚举及优化剪枝。在缺乏解决问题的有效模型时，搜索是一种最行之有效的解决问题的基本方法。搜索本身有一个很清晰的基本框架，容易实现；但它本身又很复杂，因为在实现过程中有很大的优化空间，从而可以有效地减少搜索量，避免出现超时的问题。搜索技术主要包括广度优先搜索和深度优先搜索。程序设计类竞赛的搜索问题主要考查选手充分发掘问题隐含的约束条件及设计剪枝优化的能力。另外，由于搜索本质上是对问题解空间的一个遍历，搜索过程中需要避免重复遍历同一个状态，因此，搜索状态如何进行合适的编码和判重往往也是搜索问题的一个重要的考查点。本书中涉及搜索算法的题目有 1.4 节“秦始皇陵”、2.3 节“剑之修炼”、4.2 节“夜宵 1 号”、5.2 节“彩球游戏”、5.8 节“正方矩阵”、7.2 节“Bug”、7.8 节“棍子”、8.7 节“佩恩的秘密”等。

(3) 动态规划 (Dynamic Programming, 简称 DP)。动态规划算法主要用于求解最优化问题。它的特点是能够把求解复杂问题的过程恰当地分成若干个相互联系的阶段，通过组合子问题的解而解决整个问题。动态规划必须符合无后效性及最优化原理两个特点。无后效性是指一个状态的抉择不会影响到代表着更大规模的问题的状态的抉择；而最优性原理则需要一个大问题的最优性必须建立在其子问题的最优性之上。动态规划是竞赛中常见的类型，具有变形多（有线性 DP，环形 DP，树形 DP 等），难易跨度大，技巧性强等特点。动态规划算法的设计主要涉及状态表示，状态转移方程，初始状态，问题的解的表示等几个要素。“记忆化搜索”实际上也是动态规划的一种，它是用递归的方式对各个状态进行求解，只是利用数组或者其他方式把所有求解过的状态的答案记录下来，从而避免对同一个状态重复求解。这样的做法的好处是程序写起来简单，而且可以不用求解那些对最终状态没有作用的状态。本书中涉及动态规划算法的题目有 1.6 节“大航海”、2.7 节“夏娜的菠萝包”、4.6 节“企鹅”、5.6 节“狐狸的谜语”、6.2 节“鱼肉炸弹”、7.1 节“WXYZ 与绿豆饼”、7.5

节“猴子”、8.2节“伟大的航路”、8.5节“小新的问题”、9.3节“钱之炼金术师”等。

(4) 贪心。贪心算法是使所做的选择看起来都是当前最优的,即“只顾眼前利益”,期望通过所做的局部最优解选择来产生一个全局最优解。其具体策略是并不从整体最优考虑,而是选取某种意义下的局部最优解。当然使用贪心算法时,要使得到的结果也是整体最优的。本书中涉及贪心算法的有2.5节“骰神秘笈”、4.3节“天堂之花”、7.7节“Lie Dice III: 雀神秘笈”。

2. 数据结构

算法和数据结构是计算机程序中最基本的两个部分,因此当进行程序设计时,常常会使用到各种数据结构。最基本的数据结构为线性表、树、图等。线性表主要有数组、栈、队列和链表等,而树主要是二叉树相关的结构。由此引伸出来的数据结构有最小堆、AVL树、Splay树、并查集、线段树、哈希表等。它们能够在相对复杂的算法中提高处理速度。本书中与数据结构相关的题有1.8节“轰炸”、3.3节“不公平的比赛”、3.4节“地精计算机”、5.4节“指纹”、6.1节“WING”、8.1节“哆啦A梦的百宝袋”、8.4节“魔神英雄传”、9.4节“牛影传说”。

3. 图论

图论中的知识点相当广泛:最基本的有广度优先遍历、深度优先遍历等,稍复杂的如最短路径问题、拓扑排序、Floyd算法等,更复杂的还有染色问题、匹配问题、网络流问题等。比赛中的图论问题一般有两种:一种可以转化为基本图论问题,然后使用经典算法解决;而另一种需要选手设计算法。本书中涉及到的图论问题有1.2节“讨厌的新系统”、1.3节“纳克萨玛斯”、2.2节“时间与空间之旅”、2.8节“魔之修炼”、4.8节“减肥”、5.3节“酱油推广活动”、6.4节“关键公路”、7.3节“费洛蒙”、7.6节“Debug”、8.3节“课堂笔记”、8.6节“咕噜咕噜魔法阵III”、8.8节“又是Bug”等。

4. 数学题

程序设计类竞赛往往还要求选手具有良好的数学功底。比赛中的数学题主要考查数论、组合数学、概率统计、离散数学等知识。数学问题一般需要通过一定的推导计算,或者从问题中发掘数学规律,从而解决问题。本书与数学相关的问题有1.1节“谁是天才”、4.4节“张小牛日记”、5.5节“无聊的黑叔”等。

5. 计算几何

计算几何中的知识点也相当多。程序设计类竞赛除了考查基本的几何知识,如两点间最近距离、直线方程、三角形各心、点线面之间的关系、坐标旋转等,通常还会考查凸包相关的一些算法,包括最近点对、卡壳旋转等。另外,扫描线思想的应用也是计算几何的一个考查点。计算几何的题目通常会涉及浮点数运算,选手需要处理好运算中可能产生的浮点误差。本书中与计算几何相关的题目有4.7节“地板砖”、6.3节“验证码”、9.2节“青蛙军曹的地球进攻计划”等。

6. 博弈

博弈题在近几年的程序设计类竞赛中越来越常见,最经典的博弈题是Nim游戏及其变种。解决博弈题需要博弈论的一些基础知识,以及对游戏规则的分析能力和对最优策略的设计能力。本书涉及博弈的题目有1.7节“括号游戏”、3.1节“取石子游戏”等。

7. 模拟及杂题

模拟题也是比赛中常见的一类题目，主要考查选手的编码能力，考虑问题的全面性和细心程度。通常题目的难度不高，但编码量一般比较大。选手需要仔细地阅读题目给出的条件，准确地理解题目的要求，并细心和耐心地将程序准确无误地写好，才可以完成好题目。还有一些使用了不常规的算法或解题方法，我们这里都归类为杂题。本书中本类题目有1.5节“围棋”、2.1节“涂鸦”、2.4节“小岛探险”、3.2节“循环有序序列”、4.1节“万能遥控器”、5.1节“求和号”、7.4节“电梯问题”、9.1节“怪盗基德与牌神秘笈”等。

下表列出本书题目难度及类型。

本书题目难度及类型清单

题号 及数量 类型	难度 ☆☆☆☆ 简单	★★☆☆☆ 较简单	★★★★☆ 中等	★★★★☆ 较困难	★★★★★ 困难	题目 数量
递推和递归			2.6, 4.5	5.7		3
搜索枚举		7.2	7.8, 8.7	1.4, 2.3, 4.2, 5.2, 5.8		8
动态规划	7.1	7.5, 8.5	1.6, 4.6, 8.2	2.7, 5.6, 6.2, 9.3		10
贪心		2.5, 7.7		4.3		3
数据结构	8.1		6.1	1.8, 3.4, 8.4, 9.4	3.3, 5.4	8
图论		1.2, 7.6, 8.3, 8.6	2.2, 7.3, 8.8	1.3, 2.8, 5.3, 6.4	4.8	12
数学题		5.5	1.1, 4.4			3
计算几何		9.2		4.7, 6.3		3
博弈		3.1		1.7		2
模拟及杂题	2.1, 5.1	1.5, 4.1, 9.1	2.4, 3.2		7.4	8
题目数量	4	15	15	22	4	60

第 1 章

2007 年广东省青少年信息学重点中学邀请赛 (GDKOI) 试题分析

1.1 谁是天才 (难度: ★★★★★)

1.1.1 试题

题目描述

这天张大牛遇到了大肥熊。

张大牛: “我是天才!”

大肥熊: “你为什么是天才?”

张大牛: “你随便告诉我一个数字, 我立即可以算出它的所有约数的和, 以及所有约数的倒数和!”

大肥熊: “换过来, 我告诉你一个数的所有约数 (包括 1 和该数本身) 的和, 以及约数的倒数之和, 你是天才你应该立即能推出这个数是什么!”

张大牛被难倒了!

现在, 这个难倒了天才的题目就交到你的手上了。

输入格式

输入文件包含多组输入数据。

每组数据有三个正整数 A , B_1 和 B_2 ($1 \leq A, B_1, B_2 \leq 10^9$), 其中 A 为 C 的约数和, 而对于 C 的所有约数的倒数之和 B , 为避免精度误差, 以分数 B_1/B_2 的形式给出。

输入文件以一行 “0 0 0” 结束。

输出格式

对于输入的每一组数据输出一行, 该行的第一个整数 N 是所有满足条件的不同的 C 的个数。其后按照从小到大的顺序输出 N 个数, 为所有满足条件的 C 。相邻两个整数之间用空格隔开, 行末不要有空格。

输入样例

```
18 9 5
1 1 2
1 1 1
0 0 0
```