



主 编 张维勇
副主编 江 涛 孙海平 周 琦

青少年**信息学**奥林匹克竞赛

试题与解析
(安徽省 1994 ~ 2004 年)

QINGSHAONIAN XINXIXUE AOLINPIKE JINGSAI SHITIYUJIEXI



附光盘

所有试题的解题
示例代码和测试数据

合肥工业大学出版社

青少年信息学奥林匹克竞赛

试题与解析

(安徽省 1994 ~ 2004 年)

责任编辑 汤礼广 刘俊
装帧设计 王强

作者简介

张维勇，合肥工业大学计算机与信息学院教授，硕士生导师，安徽省计算机协会副理事长，安徽省青少年信息学奥林匹克竞赛代表队领队兼总教练，曾带领安徽省青少年代表队两次荣获全国信息学奥林匹克竞赛团体冠军。

ISBN 7-81093-116-4



9 787810 931168 >

ISBN 7-81093-116-4 / G·42

定价: 29.00 元



主 编 张维勇
 副主编 江 涛 孙海平 周 琦
 编 委 石 竹 殷荣庆 周秋平
 唐策善 王克苑 王 征
 安竹林 万 鹏

信息学

青少年奥林匹克竞赛

试题与解析
 (安徽省 1994~2004 年)

QINGSHAONIAN XINXIXUE AOLINPIKE JINGSAI SHITIYUJIEXI



合肥工业大学出版社

内 容 简 介

本书汇集了1994~2004年的安徽省青少年信息学奥林匹克竞赛的全部试题及其算法分析、参考程序。作为一本信息学竞赛的指导性读物,本书对广大青少年掌握程序设计解题技巧、提高思维能力具有很好的作用。

本书使用通俗易懂、生动有趣的语言,由浅入深、由易到难对试题加以详细解析。配套的光盘提供了所有试题的解题示例代码和测试数据,可方便读者训练使用。

本书内容贴近竞赛实际,既是参赛选手很好的学习用书,也是信息学爱好者难得的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

青少年信息学奥林匹克竞赛试题与解析/张维勇主编. 合肥:合肥工业大学出版社,2004.8
ISBN 7-81093-116-4

I. 青... II. 张... III. 计算机课-中小学-解题 IV. G634.675

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第077256号

青少年信息学奥林匹克竞赛试题与解析

主编 张维勇

责任编辑 汤礼广 刘俊

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路493号
电 话 总编室:0551-2903038 发行部:0551-2903198
版 次 2004年8月第1版
印 次 2004年8月第1次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 20.5 字 数 450千字
印 数 1—5000
发 行 全国新华书店
印 刷 合肥学苑印务有限公司
照 排 合肥飞天图文艺术设计中心
邮 编 230009
网 址 www.hfutpress.com.cn E-mail:press@hfutpress.com.cn

ISBN 7-81093-116-4/G·42

定价:29.00元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换



序

张维勇教授主编的《青少年信息学奥林匹克竞赛试题与解析》即将付梓,嘱我作序。我是学中文的,去年才学会用计算机打字、上网查资料,对信息学知识知道得较少,哪里配为这本书作序呢?但是张教授十多年来为我省青少年信息学(计算机)奥林匹克竞赛所倾注的心血和劳动,我是最清楚的。于是,在诚惶诚恐之余,也就斗胆提起了笔。

1991年,我在安徽省教委中学教育处(以后是基础教育处)工作,到济南参加了原国家教委召开的第四次全国中小学计算机教育工作会议,开始认识到在中小学开展计算机教育十分重要。1992年,我参与组织了全省青少年信息学(计算机)奥林匹克竞赛活动,认识到开展中小学计算机教育,要一手抓普及,一手抓提高,在普及的基础上提高,在提高的指导下普及。从1993年起,省教育处、省教育技术装备中心和省青少年科技活动中心与省计算机学会密切配合,分工协作,每年共同举办一次全省青少年信息学(计算机)奥林匹克竞赛。张维勇教授一直是竞赛命题组的负责人。头两年,他是命题组的副组长,组长是中国科技大学的唐策善教授;从1995年到现在,张维勇教授一直担任命题组组长。每次竞赛前几个月,他就组织同行以及他的研究生一起开始研究制定命题方案,落实命题任务,确定竞赛试题,设计测试数据。每次竞赛,他都亲自带队监考、组织阅卷评分,并和我们几个单位一起共同发布竞赛结果。

为了推进我省中小学计算机普及教育,提高计算机竞赛水平,张教授非常重视加强对全省各地计算机竞赛的指导。

我省每年的竞赛活动,时间一般安排在四五月份,分为地、市赛和省赛两轮。地、市赛先进行,由各地、市自行组织命题,测试评比。参加人员是本地市各中、小学代表,通常由各学校组队,分为小学组、初中组和高中组。竞赛的形式一般为笔试加上机编程。在地、市赛期间,张维勇教授还代表省竞赛委员会组织专业人员帮助各地进行命题选型、进行竞赛指导、开展试题分析和计算机知识讲座等活动。通过这些活动一方面是进一步培养青少年学电脑的兴趣,另一方面又帮助地、市选拔优秀选手,经过培训后参加省赛。

省级竞赛是在地、市赛的基础上由各地、市选拔人员组队。每个地、市分别组两个队:高中队和初中队。每队4人(其中必须有一名女选手)。省赛由各市轮流举办。省赛的形式主要是上机解题,分为一试和二试。省赛除评出团体奖和个人一、二、三等奖外,还选出参加省代表队的队员,以便利用暑假集中培训后,组队代表我省参加全国竞赛。

正是大家十多年的共同努力,使我省在青少年信息学奥林匹克竞赛方面取得了丰硕的成果。1997年以来,我省青少年信息学代表队参加全国青少年信息学奥林匹克竞赛,两次获得团体总分第一名,三次获得团体总分第二名,两次获得团体总分第三名。去年我省代表



队在上海参加全国竞赛,不但获得团体总分第二名,而且获得最佳优秀女选手奖,参加竞赛的5名选手都进入前20名,入选参加国家冬令营集训。事实证明,不论做什么事情,只要各有关方面通力合作,发扬团队精神,又有高水平的专家指导,常抓不懈,扎实工作,就一定能够取得良好的成绩。

几年前,我们就希望张教授和他的同行们精心编写的《青少年信息学奥林匹克竞赛试题与解析》能够出版发行,让更多的青少年信息学爱好者从中获益。现在,这本书即将出版,确实是一件可喜可贺的事,我由衷感到高兴。

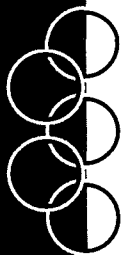
这本书汇集了我省1994~2004年省级竞赛试题,包括试题解析和参考程序。为了便于大家学习训练,另附有光盘,提供解题示例代码和测试数据(当然,这本书中给出的解题方法并不一定是最佳、最优解法)。这本书总结了我省十多年来全省青少年信息学(计算机)奥林匹克竞赛命题经验,凝聚了张维勇教授和他的同行们多年的心血。我认为,这确实是一本好书,一本有很大实用价值的书。这本书的出版,对进一步推进我省青少年信息技术教育的普及,提高我省青少年信息学竞赛水平,必将起到很好的促进作用。希望热爱信息学并有志于参加青少年信息学竞赛的同学们,希望各地从事青少年信息学竞赛辅导工作的老师们,都能认真读一读这本书,我想,这对你们一定会大有益处的。

信笔写来,居然有了一大篇,该打住了。希望有人能于百忙中抽空翻一翻本书,听一听我的这一番大实话。

是为序。

邓英达

2004.8





前言

近年来世界各国都非常重视信息科学的普及教育,计算机与基础教育结合已成为当今世界新技术革命和教育改革的一大趋势。青少年信息学奥林匹克竞赛是在广大青少年中大力开展的一种计算机普及教育活动,用以培养和提高青少年计算机科学文化素质。自1984年开始,至今全国青少年计算机竞赛已举办了20届。这20年的历史告诉我们,每年一次的青少年计算机竞赛,不仅使青少年树立起科学严谨的态度,提高了分析问题和解决问题的能力,而且在全国还一次次掀起学习计算机科学的热潮。

从1986年开始,在安徽省教育厅、安徽省科协、安徽省计算机学会的领导和组织下,我们每年都举行一次全省范围内的青少年计算机程序设计竞赛(AHOI)。通过竞赛,一方面促进了我省青少年计算机科学的普及教育;另一方面不断选拔出优秀选手,加以集训后建组成省代表队参加历次全国竞赛。自1996年来,我省代表队在全国青少年信息学奥林匹克竞赛(NOI)中获得了比较好的成绩:NOI1996(上海)获团体总分第三名、NOI1997(香港)获全国团体总分第一名、NOI1998(杭州)获团体总分第三名、NOI1999(北京)再次荣获团体总分第一名、NOI2000(澳门)获团体总分第六名、NOI2001(西安)获得团体总分第二名、NOI2002(天津)获得团体总分第三名、NOI2003(上海)获得团体总分第二名、NOI2004(长沙)获得团体总分第二名。这些成绩充分显示了我省青少年在计算机科学方面的较高水平。

根据多年组织全省青少年信息学(计算机)竞赛活动的实践经验,我们感到,省级竞赛是个承上启下的接口,承上是指要和全国竞赛(NOI)接轨,启下是指要推动全省各地、市基层中小学的计算机教育发展,也就是说既要抓普及,也要促提高。因此,各地、市组织选拔赛,既要考虑调动广大青少年的积极性,要求试题的难度一般不宜太大,以学习过的知识为主,要照顾到一定的面,同时也指导安排一两道有一定难度的试题,以便选拔出较高水平的选手。省级竞赛是在各地、市竞赛的基础上进一步发现人才,培养人才,因此,张维勇教授在组织省级竞赛命题时,既注意竞赛试题有一定的梯度,又要考虑须有相当的难度。考虑到具体情况,我省按初中组、高中组分别评奖,但题目是统一的,这样可以提前发现年龄小的有才能的初中选手,以便及早培养。根据我省的经验,培养一个达到全国优秀水平的选手,一般要经过四五年业余时间的严格训练。我省的优秀选手一般都是从小学高年级开始学习计算机的,经过几年培养,一般从初三年级开始就具有了一定的实力。实践证明,这种作法是行之有效的。

本书由安徽省计算机学会副理事长、安徽省青少年信息学奥林匹克竞赛代表队领队兼



总教练、合肥工业大学计算机学院张维勇教授任主编,芜湖一中特级教师江涛、合肥工业大学孙海平博士和淮南三中高级教师周琦任副主编,合作编写。安徽省青少年信息学奥林匹克竞赛专家组成员石竹、殷荣庆、周秋平和唐策善老师以及研究生王克苑、王征、安竹林和万鹏也为本书的出版做了大量工作。我省参加竞赛的获奖选手张晶、徐静、张辰、骆骥、高寒芯、戚颖祎、刘永延、许智磊、周源、朱晨光、扬思雨和汪汀同学为本书的题解奉献了大量的时间和精力,在此向他们表示深深的谢意。

由于编者经验不足,书中定有不少缺点和错误之处,敬请广大读者指正。

编者

2004.7





目 录

序	1
前言	1
第一章 AHOI1994 竞赛试题与解析	1
试题一 名次推测	1
试题二 删除重复数据	2
试题三 轮休排班	3
试题四 N 边形分割	5
试题五 电梯运行	7
试题六 字符加密	9
试题七 三角形倒置	11
试题八 人机对弈	12
第二章 AHOI1995 竞赛试题与解析	19
试题一 自守数	19
试题二 天平砝码	20
试题三 内接等腰三角形	21
试题四 竞赛成绩统计	25
试题五 水罐量水	28
试题六 电话计费	31
试题七 填词游戏	34
第三章 AHOI1996 竞赛试题与解析	44
试题一 回文数	44
试题二 魔术卡片	45
试题三 分式运算	47
试题四 货船装载	50
试题五 消防队管辖区	55
试题六 正六边形拼图	60
第四章 AHOI1997 竞赛试题与解析	67
试题一 填数游戏	67
试题二 求 n^k 末尾 p 位数字	69
试题三 考试成绩统计	73
试题四 骰子游戏	77



试题五	原材料加工	80
试题六	彩旗飘飘	85
试题七	字符串变换	87
第五章	AHOI1998 竞赛试题与解析	91
试题一	数字加密解密	91
试题二	分子量计算	92
试题三	猫捉老鼠	101
试题四	试卷发放	104
试题五	擦数游戏	108
试题六	围栏木桩	110
试题七	多米诺骨牌	112
第六章	AHOI1999 竞赛试题与解析	118
试题一	处死坏人	118
试题二	开关结构	123
试题三	单词模糊区配	127
试题四	分数分解	133
试题五	圣诞树	137
试题六	供水问题	142
第七章	AHOI2001 竞赛试题与解析	149
试题一	质数和分解	149
试题二	彩票摇奖	151
试题三	华夏 60 战斗机	154
试题四	团体操队形	160
试题五	多项式乘法	162
试题六	纳米晶体	165
第八章	AHOI2002 竞赛试题与解析	191
试题一	数的朗读	191
试题二	Kitty 猫基因编码	195
试题三	黑白图像压缩	198
试题四	芝麻开门	202
试题五	网络传输	207
试题六	哈利·彼特与魔法石	210
试题七	Kitty 猫基因突变	215
试题八	黑白瓷砖	220
第九章	AHOI2003 竞赛试题与解析	227
试题一	短文评估	227
试题二	乾陵密室	231



试题三 导弹防御.....	235
试题四 特等奖学金.....	242
试题五 管理图书.....	247
试题六 农场实习.....	252
试题七 校园网改造.....	257
试题八 牧场规划.....	266
第十章 AHOI2004 竞赛试题与解析	273
试题一 奇怪的字符串(LCS)	273
试题二 数字迷阵(matrix)	286
试题三 实验基地(base)	294
试题四 智能探险车(smart)	300
试题五 辐射探测(radiate)	304
试题六 DNA 变异	309
1994~2004 年安徽省青少年信息学奥林匹克竞赛一等奖获奖名单	317



第一章 AHOI1994 竞赛试题与解析

试题一 名次推测



问题描述

有 5 个选手 A、B、C、D、E 参加某一项比赛。甲、乙两个学生在猜测比赛的结果。甲猜的名次顺序为 A、B、C、D、E，结果未猜中任何一个选手的名次，也没有猜中任何一对相邻名次（所谓一对相邻名次，是指其中一对选手在名次上相邻，比如第一与第二，或者第二与第三等）。乙猜的名次顺序为 D、A、E、C、B，结果猜中了两个学生的名次，并猜对了两对选手名次是相邻的。问比赛结果如何？试编写一程序计算出选手的名次。



算法分析

本题应采用枚举法，枚举出所有可能的名次方案，一一加以检验，输出符合条件者。这样枚举算法的复杂度为 $O(n^2)$ ，因为 $n=5$ ，所以可以不考虑时间复杂度。



参考程序

```
program AHOI94C1;
```

```
var
```

```
  ch: array [0..5] of shortint;
```

```
  did: array [1..5] of boolean;
```

```
function bs(a,b:byte):byte;
```

```
begin
```

```
  bs:=byte(ch[a]+1=ch[b]);
```

```
end;
```

```
procedure work(k:byte);
```

```
var
```

```
  i:byte;
```

```
begin
```

```
  if k>5 then
```

```
    begin
```

```
      if ord(ch[4]=1)+ord(ch[1]=2)+ord(ch[5]=3)+
```

```
        ord(ch[3]=4)+ord(ch[2]=5)<>2 then exit;
```

```
      if bs(4,1)+bs(1,5)+bs(5,3)+bs(3,2)<>2 then exit;
```

```
{判断 a,b 是否相邻}
```

```
{将逻辑真假变成 0,1 值的表示,可以方便地判断满足逻辑表达式的数目}
```

```
{乙的猜测}
```



```

for i:=1 to 5 do
  writeln(char(i+64),': ',ch[i]);
exit;
end;
for i:=1 to 5 do
  if (k<>i) and not did[i] then
    begin
      ch[k]:=i;
      if bs(k-1,k)=1 then continue;
      did[i]:=true;
      work(k+1);
      did[i]:=false;
    end;
end;
begin
  fillchar(did,sizeof(did),false);
  ch[0]:=-1;
  work(1);
end.

```

|全排列递归算法|
|k<>i为甲的猜测|
|甲猜测的相邻性|

试题二 删除重复数据



问题描述

有 $N(N \leq 10)$ 个无序的整数输入到数组 A 中,将相同的数删除后只保留一个,输出经过删除处理后的数列。

例如:输入:4 5 6 4 3 1

输出:4 5 6 3 1



算法分析

本题解题思路较简单,可以同时进行读入和判重。每读入一个数据,即判断是否与以前所读入的相重复,如是,则将它删除。本算法的时间复杂度为 $O(n^2)$ 。



参考程序

```

program AHOI94C2;
var n,i,j,k: byte;
    a: array [1..10] of integer;

```



```
begin
```

```
  write('Input n: ');
```

```
  readln(n);
```

```
  write('Input A: ');
```

```
  k:=0;
```

```
  for i:=1 to n do
```

```
    begin
```

```
      inc(k);
```

```
      read(a[k]);
```

```
      for j:=1 to i-1 do
```

```
        if a[i]=a[j] then dec(k);
```

```
    end;
```

```
  write('Out A: ');
```

```
  for i:=1 to k do
```

```
    write(a[i], ' ');
```

```
  writeln;
```

```
end.
```

试题三 轮休排班



问题描述

某公司有7名安全保卫人员:赵、钱、孙、李、周、吴、陈。由于工作需要进行轮休,一星期中每人休息一天。预先让每一个人将自己认为合适的休息日填入下表。请编制一程序打印轮休的所有可能方案,当然要使每个人都满意。例如,所填选择表如下:

	一	二	三	四	五	六	日
赵		1		1			
钱	1					1	
孙			1				1
李					1		
周	1			1		1	
吴		1			1		
陈			1			1	1

注:表中填“1”表示该人选择的休息日。

Zhao: 2 4 -1

Qian: 1 6 -1

Sun: 3 7 -1

Li: 5 -1



Zhou: 1 4 6 -1

Wu: 2 5 -1

Chen: 3 6 7 -1

(注:其中1~7表示选择星期一至星期日,-1为结束标志。)

以下为所有可能轮休的方案:

Zhao:4 Qian:1 Sun:3 Li:5 Zhou:6 Wu:2 Chen:7

Zhao:4 Qian:1 Sun:7 Li:5 Zhou:6 Wu:2 Chen:3

Zhao:4 Qian:6 Sun:3 Li:5 Zhou:1 Wu:2 Chen:7

Zhao:4 Qian:6 Sun:7 Li:5 Zhou:1 Wu:2 Chen:3



算法分析

本题可以采用深度搜索来枚举出所有可能的休息方案,从中选出满足每个人要求的方案,其时间复杂度为 $O(n!)$,这样一个指数级的算法在本题中是完全可行的,因此本程序采用了这一方法。但如果 n 的值比较大,本算法就不能满足要求了,这时可用寻找二部图最大匹配的算法来解决。



参考程序

```

program AHOI94C3;
const nam: array [1..7] of string [4] = ('Zhao', 'Qian', 'Sun', 'Li', 'Zhou', 'Wu', 'Chen');
var i: byte;
    day: array [1..7, 1..7] of byte;
    d: shortint;
    did: array [1..7] of boolean;
    lis: array [1..7] of byte;
procedure work(k: byte);
var i: byte;
begin
    if k > 7 then
        begin
            for i := 1 to 7 do
                write(nam[i], ': ', lis[i], ' ');
            writeln;
            exit;
        end;
    for i := 1 to 7 do
        if not did[i] and (day[k, i] = 1) then
            begin
                lis[k] := i;
                did[i] := true;
                work(k + 1);
                did[i] := false;
            end;
    end;
end;
work(1);

```

{全排列递归算法}



```

    did[i] := true;
    work(k+1);
    did[i] := false;
end;
end;
begin
    fillchar(day, sizeof(day), 0);
    for i := 1 to 7 do
    begin
        write(nam[i], ' ');
        repeat
            read(d);
            if d > 0 then day[i, d] := 1;
        until d = -1;
        readln;
    end;
    fillchar(did, sizeof(did), false);
    work(1);
end.

```

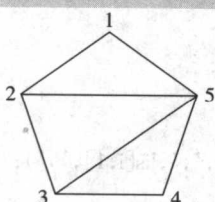
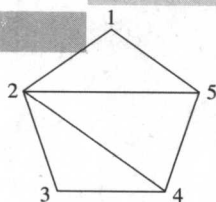
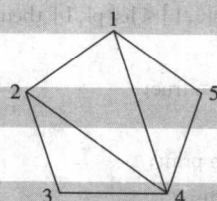
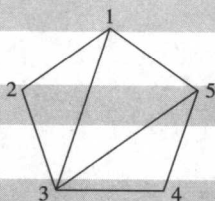
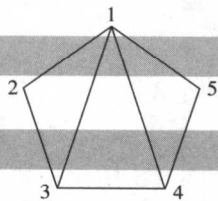
试题四 N 边形分割



问题描述

把一个 N 边形 ($4 \leq N \leq 10$) 用 $N-3$ 条不相交的对角线分成若干个三角形, 求出所有的剖分方法。要求: 当输入 N 时, 将 N 边形的各顶点依次编号 $1, 2, \dots, N$, 并将所有的剖分方法输出。

例如: 输入 $N=5$ 时, 如下图所示。





输出:5 种

(1,3) (1,4)
(1,3) (3,5)
(1,4) (2,4)
(2,4) (2,5)
(2,5) (3,5)



算法分析

一个 n 边形的多边形,共用 $n(n-3)/2$ 条分割线。本程序用深度搜索枚举出所有从 $n(n-3)/2$ 条分割线中选出 $n-3$ 条不相交的方案(等价于题中要求),最后统计总数。

在编程时,把每条分割线的两个顶点按从小到大放在 $lis[pl,0]$ 与 $lis[pl,1]$ 中,并且为了避免重复,按这 $n(n-3)/2$ 的一种固定次序,从前到后依次选取。



参考程序

```

program AHOI94C4;
uses crt;
var n,pl: byte;
lis: array [1..10,0..1] of byte;
    con: word;
function check:boolean;
var i:byte;
begin
    check:=false;
    for i:=1 to pl-1 do
        begin
            if lis[i,0]=lis[pl,0] then continue;
            if lis[i,1]<=lis[pl,0] then continue; {记录每条边的两个端点号,编号小的在前,编号大的在后}
            if lis[i,1]<lis[pl,1] then exit; {判断对角线 lis[pl] 是否与前面对角线相交}
        end;
    check:=true;
end;
procedure print;
var i: byte;
begin
    inc(con);
    write(con);
    for i:=1 to pl do
        write(' ',lis[i,0],', ',lis[i,1],', ');
    writeln;
end;

```