

通向金牌之路

国际信息学奥赛金牌教练精心打造

高中学生竞赛培训必备教材 也适合初中学生阅读使用

# 全国青少年信息学 奥林匹克分区联赛初赛 培训教材

曹文 吴涛 编著



YZL0890144645



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

# 全国青少年信息学奥林匹克分区 联赛初赛培训教材

曹文 吴涛 编著



YZLI0890144645



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

全国青少年信息学奥林匹克分区联赛初赛培训教材/  
曹文,吴涛编著. —杭州:浙江大学出版社,2011.6

ISBN 978-7-308-08642-4

I. ①全… II. ①曹… ②吴… III. ①计算机课—中小  
学—教学参考资料 IV. ①G634.673

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 076303 号

## 全国青少年信息学奥林匹克分区联赛初赛培训教材

曹文 吴涛 编著

---

责任编辑 许佳颖 吴昌雷

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 25.25

字 数 568 千

版 次 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-08642-4

定 价 46.00 元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

## 丛书编委会

(按姓氏拼音排列)

- 曹文** 常州高级中学教师,全国先进工作者,全国青少年信息学奥林匹克竞赛十大杰出指导教师,全国信息学奥林匹克高级指导教师
- 陈颖** 福州第一中学教师,国际信息学奥林匹克竞赛金牌教练,全国青少年信息学奥林匹克竞赛十大杰出指导教师
- 陈合力** 绍兴市第一中学教师,国际信息学奥林匹克竞赛金牌教练,全国青少年信息学奥林匹克竞赛十大杰出指导教师
- 胡旭红** 杭州第二中学教师,国际信息学奥林匹克竞赛金牌教练,全国青少年信息学奥林匹克竞赛优秀指导教师
- 邱桂香** 东北育才学校教师,国际信息学奥林匹克竞赛金牌教练,全国青少年信息学奥林匹克竞赛十大杰出指导教师
- 吴涛** 常州高级中学教师,江苏省信息学奥林匹克竞赛中级教练员,中学一级教师
- 杨慧蓉** 乌鲁木齐市第一中学教师,国际信息学奥林匹克竞赛金牌教练
- 游光辉** 绍兴市第一中学教师,国际信息学奥林匹克竞赛金牌教练,全国青少年信息学奥林匹克竞赛优秀指导教师

## 丛书主审

- 朱全民** 长沙市雅礼中学教师,国际信息学奥林匹克竞赛金牌教练,全国青少年信息学奥林匹克竞赛十大杰出指导教师

## 前 言

全国青少年信息学奥林匹克竞赛是面向广大在校中学生的一项全国性的程序设计比赛,已经开展了 16 年,它吸引着数以万计的青少年投入到此项活动中,成为我国中学生信息学活动中最具代表性的活动。此项竞赛的开展,有力地推动了信息学的发展,为高校输送大量优秀人才。

全国青少年信息学奥林匹克分区联赛(NOIP)是每年众多信息学竞赛中最基础的比赛,也是广大中学生参加信息学竞赛培训后都希望报名参加的比赛。分区联赛是同一时间在全国各个省份同时开展的比赛,只有在分区联赛中表现十分突出的学生才有机会代表其所在省份参加全国信息学奥林匹克竞赛(NOI),继而,如果在 NOI 中表现极其优秀,才能代表我们国家参加国际信息学奥林匹克竞赛(IOI),为国争光。

分区联赛分普及组和提高组,有初赛和复赛两个阶段,只有在初赛中成绩优异的学生才有资格参加复赛,所以分区联赛初赛是关键中的关键,因此,专门针对于初赛的教材则将为广大信息学学子们提供很大的帮助。

《全国青少年信息学奥林匹克分区联赛初赛培训教材》就是为广大信息学学子们和指导老师精心准备的一本书。本书内容全面,从信息学奥林匹克的指导思想、命题原则和教育思想出发,从分区联赛的大纲切入,以初赛所要求掌握的知识内容作为抓手,紧跟信息技术和计算机发展的时代特征,详细阐述了计算机相关理论知识、简单数据结构、简单算法知识、相关数学知识,给出了以往五年的分区联赛的完整试题、解析、参考答案,并为学生精心准备了三份模拟试题和精彩解析。每份模拟试题分普及组和提高组,适合不同层次学生的要求。历届真题和模拟试题都采用 Pascal 和 C++ 两种语言进行描述,学生可以根据需要进行选择。

全书共分为四篇,分别为基础知识篇、真题解析篇、模拟试题篇、试题解答篇。基础知识篇介绍计算机科学和信息学的发展、硬件、软件、信息的表示、多媒体、网络、信息技术的新名词、新发展、新特点、新应用,以及数据结构涉及的存储结构、散列表、栈、队列、树、图,递归、分治、排序、穷举、贪心、动态规划等基本算法,数学基础中涉及的代数、几

何、组合数学初步等知识。真题解析篇对第十二届到第十六届的五届试题(含普及组和提高组)进行了详细的分析、解答。模拟试题篇给出了普及组和提高组各三份模拟试题(用 Pascal 和 C++ 两种语言描述)。试题解答篇针对这几份模拟试题进行了详细的解析。

信息学竞赛虽然有一定的难度,但奥林匹克金牌也不是高不可攀的,也许本书就是你苦苦追求的打开信息学世界大门的金钥匙,让我们共同努力,在信息学的奇妙天地中去体味信息技术,学习信息技术,开拓信息技术!

本书由 NOI 十大杰出教练之一的曹文老师和江苏省信息学奥赛中级教练员吴涛老师共同策划、精心编著而成。在本书的编著过程中,得到了江苏常州高级中学杨宽、蒋哲君、陈爽、王凯南、李晓承、吴泽威等同学的大力帮助,在此一并表示感谢。

编者

2011年5月

# 目 录

## 第一篇 基础知识篇

<b>第 1 章 全国青少年信息学奥林匹克联赛大纲</b> .....	3
1.1 竞赛形式和成绩评定 .....	3
1.2 试题形式 .....	3
1.3. 试题的知识范围.....	4
1.3.1 初赛内容与要求 .....	4
1.3.2 复赛内容与要求 .....	5
<b>第 2 章 计算机相关理论知识</b> .....	6
2.1 计算机和信息技术的发展 .....	6
2.2 计算机硬件知识 .....	9
2.3 计算机软件知识 .....	16
2.4 计算机中的信息表示 .....	20
2.5 多媒体技术 .....	23
2.5.1 多媒体的基本概念 .....	23
2.5.2 多媒体数据压缩 .....	24
2.5.3 图形与图像 .....	24
2.5.4 动态图像 .....	26
2.5.5 数字化音频 .....	28
2.5.6 多媒体创作 .....	29
2.6 计算机网络知识 .....	30
2.6.1 网络发展概述 .....	30
2.6.2 网络的基本概念 .....	30
2.6.3 网络的分类、组成与功能 .....	32
2.6.4 网络的标准和协议 .....	32
2.6.5 网络操作系统 .....	34

2.6.6	局域网和广域网	36
2.6.7	Internet 简介	38
2.6.8	网络安全性概述	38
2.7	信息技术的新名词、新发展、新特点、新应用	39
2.7.1	Web 2.0 和博客、微博	39
2.7.2	J2EE	41
2.7.3	.NET 平台	41
2.7.4	Web Service	41
2.7.5	数据仓库	42
2.7.6	数据挖掘	42
2.7.7	设计模式	43
2.7.8	XML——可扩展标记语言	43
2.7.9	UML	43
2.7.10	P2P 技术	43
2.7.11	AOP	43
2.7.12	网格计算与普适计算	44
2.7.13	云计算与 SaaS	44
2.7.14	多核技术	44
<b>第 3 章</b>	<b>数据结构</b>	<b>45</b>
3.1	存储结构	45
3.1.1	数组	45
3.1.2	链表	45
3.2	散列表、栈、队列	46
3.2.1	散列表	46
3.2.2	栈	47
3.2.3	队列	47
3.3	树和图	47
3.3.1	树	47
3.3.2	二叉树	48
3.3.3	堆	50
3.3.4	图	50
<b>第 4 章</b>	<b>算法介绍</b>	<b>53</b>
4.1	算法的基本概念	53
4.1.1	算法的特征	53



4.1.2	算法的表示方法 .....	53
4.1.3	算法分析——算法的复杂性 .....	54
4.2	递归 .....	56
4.2.1	递归的概念 .....	56
4.2.2	如何设计递归算法 .....	57
4.3	分治 .....	57
4.3.1	分治策略的定义 .....	57
4.3.2	分治算法的特征 .....	58
4.3.3	分治法解题的步骤 .....	58
4.4	排序 .....	62
4.4.1	简单排序 .....	62
4.4.2	快速排序 .....	64
4.4.3	希尔排序 .....	65
4.4.4	堆排序与二叉树排序 .....	67
4.4.5	归并排序 .....	69
4.4.6	线性排序 .....	69
4.4.7	各种排序算法的比较 .....	72
4.5	穷举算法 .....	72
4.5.1	穷举策略的概念 .....	72
4.5.2	典型例题 .....	72
4.6	贪心算法 .....	74
4.6.1	贪心策略的定义 .....	74
4.6.2	贪心策略的特点 .....	75
4.6.3	典型例题——合并果子 .....	75
4.7	动态规划 .....	76
4.7.1	动态规划介绍 .....	76
4.7.2	用动态规划解题 .....	78
4.7.3	典型问题分析 .....	83
<b>第5章</b>	<b>数学基础 .....</b>	<b>87</b>
5.1	代数和几何知识介绍 .....	87
5.1.1	对数函数及其应用 .....	87
5.1.2	从平面向量到空间向量 .....	88
5.1.3	时间复杂度分析与最优排序 .....	90
5.2	组合数学初步 .....	92
5.2.1	排列与组合 .....	92

5.2.2	几个特殊的数列 .....	95
5.2.3	容斥原理与错位排列问题 .....	97
5.2.4	鸽巢原理 .....	99
5.2.5	Nim 取石子游戏 .....	100
5.2.6	图论浅谈——二分图理论与 Ramsey 理论 .....	103
5.2.7	从两个形似的问题看数学模型的构建 .....	106

## 第二篇 真题解析篇

<b>第6章</b>	<b>普及组试题与解析 .....</b>	<b>111</b>
6.1	第十二届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	111
6.1.1	第十二届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	111
6.1.2	第十二届全国信息学奥林匹克联赛初赛普及试题解析 .....	121
6.2	第十三届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	123
6.2.1	第十三届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	123
6.2.2	第十三届全国信息学奥林匹克联赛初赛普及试题解析 .....	137
6.3	第十四届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	139
6.3.1	第十四届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	139
6.3.2	第十四届全国信息学奥林匹克联赛初赛普及试题解析 .....	152
6.4	第十五届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	154
6.4.1	第十五届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	154
6.4.2	第十五届全国信息学奥林匹克联赛初赛普及试题解析 .....	167
6.5	第十六届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	169
6.5.1	第十六届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	169
6.5.2	十六届全国信息学奥林匹克联赛初赛普及试题解析 .....	184
<b>第7章</b>	<b>提高组试题与解析 .....</b>	<b>187</b>
7.1	第十二届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	187
7.1.1	第十二届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	187
7.1.2	第十二届全国信息学奥林匹克联赛初赛提高组试题解析 .....	201
7.2	第十三届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	204
7.2.1	第十三届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	204
7.2.2	第十三届全国信息学奥林匹克联赛初赛提高组试题解析 .....	217
7.3	第十四届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析 .....	220
7.3.1	第十四届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题 .....	220
7.3.2	第十四届全国信息学奥林匹克联赛初赛提高组试题解析 .....	232

7.4	第十五届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析	235
7.4.1	第十五届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题	235
7.4.2	第十五届全国信息学奥林匹克联赛初赛提高组试题解析	249
7.5	第十六届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题及解析	252
7.5.1	第十六届全国青少年信息学奥林匹克联赛初赛试题	252
7.5.2	第十六届全国信息学奥林匹克联赛初赛提高组试题解析	271

### 第三篇 模拟试题篇

<b>第8章</b>	<b>模拟试题一</b>	277
8.1	模拟试题(一)普及组(C++)	277
8.2	模拟试题(一)普及组(Pascal)	284
8.3	模拟试题(一)提高组(C++)	291
8.4	模拟试题(一)提高组(Pascal)	299
<b>第9章</b>	<b>模拟试题二</b>	307
9.1	模拟试题(二)普及组(C++)	307
9.2	模拟试题(二)普及组(Pascal)	316
9.3	模拟试题(二)提高组(C++)	324
9.4	模拟试题(二)提高组(Pascal)	333
<b>第10章</b>	<b>模拟试题三</b>	342
10.1	模拟试题(三)普及组(C++)	342
10.2	模拟试题(三)普及组(Pascal)	349
10.3	模拟试题(三)提高组(C++)	355
10.4	模拟试题(三)提高组(Pascal)	362

### 第四篇 试题解答篇

<b>第11章</b>	<b>模拟试题(一)解答</b>	371
11.1	模拟试题(一)普及组解答	371
11.1.1	普及组解析	371
11.1.2	普及组参考答案	376
11.2	模拟试题(一)提高组解答	377
11.2.1	提高组解析	377

11.2.2	提高组参考答案	378
<b>第12章</b>	<b>模拟试题(二)解答</b>	<b>380</b>
12.1	模拟试题(二)普及组解答	380
12.1.1	普及组解析	380
12.1.2	普及组参考答案	383
12.2	模拟试题(二)提高组解答	384
12.2.1	提高组解析	384
12.2.2	提高组参考答案	384
<b>第13章</b>	<b>模拟试题(三)解答</b>	<b>386</b>
13.1	模拟试题(三)普及组解答	386
13.1.1	普及组解析	386
13.1.2	普及组参考答案	388
13.2	模拟试题(三)提高组解答	389
13.2.1	提高组解析	389
13.2.2	提高组参考答案	390

# 第一篇

## 基础知识篇



# 全国青少年信息学奥林匹克联赛大纲

## 1.1 竞赛形式和成绩评定

联赛分两个等级组：普及组和提高组。每组竞赛分两轮：初试和复试。

初试形式为笔试，侧重考察学生的计算机基础知识和编程的基本能力，并对知识面的广度进行测试。初试为资格测试，各省初试成绩在本赛区前 15% 的学生进入复赛。

复试形式为上机，着重考查学生对问题的分析理解能力，数学抽象能力，驾驭编程语言的能力和编程技巧、想象力和创造性等。各省联赛的等第奖在复试的优胜者中产生。

比赛中使用的程序设计语言是：PASCAL 或 C/C++。

每年复赛结束后，各省必须在指定时间内将本省一等奖候选人的有关情况、源程序和可执行程序报送科学委员会。经复审确认后，由中国计算机学会报送中国科协和教育部备案。中国计算机学会对各省获 NOIP 二等奖和三等奖的分数线或比例提出指导性意见，各省可按照成绩确定获奖名单。

## 1.2 试题形式

每次联赛的试题分四组：普及组初赛题 A1、普及组复赛题 A2、提高组初赛题 B1 和提高组复赛题 B2。其中，A1 和 B1 类型相同，A2 和 B2 类型相同，但题目不完全相同，提高组难度高于普及组。

### 1. 初赛

初赛全部为笔试，满分 100 分。试题由四部分组成。

(1) 选择题：共 20 题，每题 1.5 分，共计 30 分。每题有 5 个备选答案，前 10 题为单选题（即每题有且只有一个正确答案，选对得分），后 10 题为不定项选择题（即每题有 1~5 个正确答案，只有全部选对才得分）。

(2) 问题求解题：共 2 题，每题 5 分，共计 10 分。试题给出一个叙述较为简单的问题，要求学生对问题进行分析，找到合适的算法，并推算出问题的解。考生给出的答案与

标准答案相同,则得分;否则不得分。

(3) 程序阅读理解题:共4题,每题8分,共计32分。题目给出一段程序(不一定有关于程序功能的说明),考生通过阅读理解该段程序给出程序的输出。输出与标准答案一致,则得分;否则不得分。

(4) 程序完善题:共2题,每题14分,共计28分。题目给出一段关于程序功能的文字说明,然后给出一段程序代码,代码中略去了若干个语句或语句的一部分并在这些位置给出空格,要求考生根据程序的功能说明和代码的上下文填出省略的语句。填对则得分;否则不得分。

## 2. 复赛

复赛的题型和考试形式与全国青少年程序设计竞赛类似,全部为上机编程题,但难度比NOI低。题目包括4道题,每题100分,共计400分。每一试题包括:题目、问题描述、输入输出要求、样例描述及相关说明。测试时,测试程序为每道题提供了5或10组测试数据,考生所编程序每答对一组得10或20分,累计分即为该道题的得分。

# 1.3 试题的知识范围

## 1.3.1 初赛内容与要求

### 1. 计算机的基本常识

(1) 计算机和信息社会(信息社会的主要特征、计算机的主要特征、数字通信网络的主要特征、数字化)。

(2) 信息输入输出基本原理(信息交换环境、文字图形多媒体信息的输入输出方式)。

(3) 信息的表示与处理(信息编码、微处理部件 MPU、内存储结构、指令、程序、存储程序原理和程序的三种基本控制结构)。

(4) 信息的存储、组织与管理(存储介质、存储器结构、文件管理、数据库管理)。

(5) 信息系统组成及互联网的基本知识(计算机构成原理、槽和端口的部件间可扩展互联方式、层次式的互联结构、互联网络、TCP/IP 协议、HTTP 协议、Web 应用的主要方式和特点)。

(6) 人机交互界面的基本概念(窗口系统、人和计算机交流信息的途径(文本及交互操作))。

(7) 信息技术的新发展、新特点、新应用等。

### 2. 计算机的基本操作

(1) Windows 和 LINUX 的基本操作知识。

(2) 互联网的基本使用常识(网上浏览、搜索和查询等)。

(3) 常用的工具软件使用(文字编辑、电子邮件收发等)。

### 3. 程序设计的基本知识

(1) 数据结构。

● 程序语言中基本数据类型(字符、整数、长整数、浮点)。



- 浮点运算中的精度和数值比较。
- 一维数组(串)与线性表。
- 记录类型(PASCAL)/ 结构类型(C)。

(2) 程序设计。

- 结构化程序设计的基本概念。
- 阅读理解程序的基本能力。
- 具有将简单问题抽象成适合计算机解决的模型的基本能力。
- 具有针对模型设计简单算法的基本能力。
- 程序流程描述(自然语言/伪码/NS图/其他)。
- 程序设计语言(PASCAL/C/C++)。

(3) 基本算法处理。

- 初等算法(计数、统计、数学运算等)。
- 排序算法(冒泡法、插入排序、合并排序、快速排序)。
- 查找(顺序查找、二分法)。
- 回溯算法。

### 1.3.2 复赛内容与要求

在初赛的内容上增加以下内容。

#### 1. 数据结构

- (1) 指针类型。
- (2) 多维数组。
- (3) 单链表及循环链表。
- (4) 二叉树。
- (5) 文件操作(从文本文件中读入数据,并输出到文本文件中)。

#### 2. 程序设计

- (1) 算法的实现能力。
- (2) 程序调试基本能力。
- (3) 设计测试数据的基本能力。
- (4) 程序的时间复杂度和空间复杂度的估计。

#### 3. 算法处理

- (1) 离散数学知识的应用(如排列组合、简单图论、数理逻辑)。
- (2) 分治思想。
- (3) 模拟法。
- (4) 贪心法。
- (5) 简单搜索算法(深度优先、广度优先)搜索中的剪枝。
- (6) 动态规划的思想及基本算法。