



清華
科技大講堂
新說 新道 新學

算法竞赛

- 算法思路 一点就透，豁然开朗
- 模板代码 结构精巧，清晰易读
- 知识体系 由浅入深，逐步推进
- 赛事相关 参赛秘籍，高手经验

入门到进阶

微课版

350分钟
视频讲解

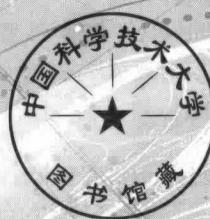
罗勇军 郭卫斌 © 著

清华大学出版社



算法竞赛入门到进阶

罗勇军 郭卫斌 © 著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是算法竞赛的入门和进阶教材,包括算法思路、模板代码、知识体系、赛事等相关内容。本书把竞赛常用的知识点和竞赛题结合起来,讲解清晰、透彻,帮助初学者建立自信心,快速从实际问题入手,模仿经典代码解决问题,进入中级学习阶段。

全书分为12章,覆盖了目前算法竞赛中的主要内容,包括算法竞赛概述、算法复杂度、STL和基本数据结构、搜索技术、高级数据结构、基础算法思想、动态规划、数学、字符串、图论、计算几何。

本书适用于高等院校开展的 ICPC、CCPC 等算法竞赛培训,中学 NOI 信息学竞赛培训,以及需要学习算法、提高计算思维的计算机工作者。

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

算法竞赛入门到进阶/罗勇军,郭卫斌著.—北京:清华大学出版社,2019(2019.8重印)
(清华科技大讲堂)

ISBN 978-7-302-52915-6

I. ①算… II. ①罗… ②郭… III. ①计算机算法 IV. ①TP301.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 083538 号

策划编辑:魏江江

责任编辑:王冰飞

封面设计:刘 键

责任校对:李建庄

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.5

字 数:546千字

版 次:2019年8月第1版

印 次:2019年8月第3次印刷

印 数:3501~6500

定 价:59.80元

产品编号:081639-01

推 荐 序

大学生算法竞赛,例如 ICPC(国际大学生程序设计竞赛)、CCPC(中国大学生程序设计竞赛),是目前中国最具影响力的大学生计算机赛事。

这些算法竞赛之所以具有很大的影响力,是因为它们综合考察了参赛队员在编码能力、算法知识、逻辑思维、创新能力、团队合作等各方面的素质。很多从算法竞赛中走出的获奖学生已陆续成长为杰出的软件工程师。近年来,在国内、国际闻名的 IT 公司中,有算法竞赛背景的创业者也层出不穷。

我长期从事算法竞赛的培训工作,深刻认识到算法竞赛在我国 IT 教育中的关键作用。可以说,IT 行业决定了一个国家的未来发展高度。目前,中国的 IT 行业已经在世界上颇具影响力。中国每年培养约 100 万信息类大学生,但仍然供不应求。特别是高级软件工程师,更是各大企业、创业公司争抢的对象。算法竞赛的目标正是培养杰出的软件工程师,并且中国 20 多年的算法竞赛历史已经证明,算法竞赛培训是非常有效的手段。

随着算法竞赛的发展,全国大部分高校陆续开展了算法竞赛的课内或课外课程,各大学的竞赛指导老师为之付出了极大的心血。

算法竞赛不同于其他的学科竞赛,它的长期性、艰苦性使它成为一个高难度的学习活动。参赛队员需要长期持之以恒地学习、训练,指导老师也需要在竞赛培训、教材编写、日常管理、组织参赛、主办比赛、维护 OJ 系统等方面做大量琐碎而艰苦的工作。竞赛教材的编写是其中一项重要内容,近些年,国内也陆续出版了十几种相关教材,这些都是算法竞赛学生日常学习的基本资料。

我的同行罗勇军老师是华东理工大学的竞赛教练,长期从事算法竞赛的指导工作。我和罗老师很早就认识,虽然不常见面,但网络交流很频繁,经常就竞赛学生的有效管理模式进行经验交流。

令我印象深刻的是,2008 年我校(杭州电子科技大学)主办了 ACM-ICPC 亚洲区域赛,罗老师带领的参赛队一举获得金牌,并因此入围了次年于瑞典举办的第 33 届 ACM-ICPC World Final,这让当时的我既羡慕,又深受鼓舞。一年后,我校也实现了 Final 的历史性突破,并在接下来的几年中先后 5 次入围全球总决赛。

罗老师作为一名十几年坚持在教学第一线的金牌教练,在总结长期的算法竞赛教学经验的基础上写下了《算法竞赛入门到进阶》一书。通读下来,这本书的语言描述贴近学生的阅读习惯,有很好的可读性,对基础算法的讲解详细、清晰、通俗易懂;仔细读之,读者能够深刻感受到作者为之付出的心血。

书中的例题大部分来自杭州电子科技大学在线提交系统(HDOJ),这让我倍感亲切。

同时我想,这对于国内的读者来说也一定是乐于看到的,毕竟绝大部分参加竞赛的学生都是HDOJ的用户。

总之,希望罗老师的这本《算法竞赛入门到进阶》能给广大的参赛学生带来实实在在的帮助。

刘春英

杭州电子科技大学

2019年6月

前 言

算法竞赛,例如 ACM-ICPC、CCPC 等,在中国已经活跃多年,是最具影响力的大学生计算机竞赛。目前,已经出版的算法竞赛书也有 30 多部,有一些被队员们奉为“宝书”,有很好的口碑。本书作者是竞赛教练,因为工作的原因,详细阅读过这些书。这些书,或者讲解深刻让人佩服,或者娓娓道来令人愉悦,或者洋洋大观让人欲罢不能。读经典书,甘之如饴。

在多年的竞赛教练工作中,本书作者作为喜欢自我表现的社会人,也常常跃跃欲试,试图写出一本新的经典书。本书作者认为,竞赛队员在算法竞赛学习中的痛点需求如下。

算法思路:一点就透,豁然开朗。

模板代码:结构精巧,清晰易读。

知识体系:由浅入深,逐步推进。

赛事相关:参赛秘籍,高手经验。

上面立的几个 flag 虽然高不可攀,但确实是本书作者内心的旗帜。

本书是一本“竞赛书”,不是计算机算法教材,也不是编程语言书,因此对大多数知识点本身不会做过多的讲解,而是把重点放在讲解竞赛所常用的知识点上,以及如何把知识点和竞赛题结合起来。当然,由于编程竞赛涉及太多知识点,一本竞赛书不可能面面俱到,把所有内容都堆砌进来。市面上还有太多经典的算法教材和编程语言教材,这都是竞赛队员应该认真阅读的。

本书对知识点进行了精心的剖析。很多知识点看起来复杂难解,但如果结合清晰的代码、生动的文字、通俗的比喻、一目了然的图解、画龙点睛的注解,就能让人豁然开朗。这也是本书的目标。

代码能力体现了编程者的实力。学习别人的好代码是提高自己编码水平的捷径。本书把知识点讲解和竞赛题目紧密地结合在一起,同时给出实用的代码。这些代码有的是作者精心组织和编写的,有的是搜索大量资料后进行整理总结的结果。其中很多代码完全可以作为编程的模板,希望能对参赛学生起到参考的作用。特别是经典问题,往往有经典代码,凝结了很多人的劳动。本书作者并没有独创经典代码的能力,因此书中不可避免地引用和改写了一些公开的代码。对于一些能找到出处的经典代码,在书中都标注了出处。

本书主要面向初学者和中级进阶者。初学者面对海量繁杂的竞赛知识点往往会产生深深的无力感和挫折感,本书由浅入深地讲解知识点,逐步推进,帮助初学者建立自信心,从而快速地从能理解的实际问题入手,模仿经典代码解决问题,进入中级学习阶段。

竞赛是很专业的活动,经验非常重要。书中就一些日常训练和参赛的细节问题介绍了作者的体会。

学习算法竞赛有很大难度,需要精通编程语言、掌握很多算法,但是这并不意味着需要先学好算法和编程语言才能进行竞赛训练。事实上,建议初学者从零基础就开始学习算法

编程竞赛,与算法学习和语言学习同步进行。竞赛是操练的擂台,竞赛题目把知识点和具体问题结合起来,让学到的知识有了打击的“力点”。

以上是本书的特点,希望本书能给算法竞赛的初学者和进阶学习者以较大的帮助。如果是初学者,通过本书可以快速入门,例如了解竞赛的知识点、建立算法思维、动手写出高效率的代码。如果是中级进阶者,学习本书,可以更透彻地掌握复杂算法的思想、学习经典代码、完善知识体系,从而更自信地加入到竞争激烈的比赛活动中。

本书提供教学大纲、教学课件、程序源码,扫描封底的课件二维码可以下载;本书还提供 350 分钟的视频讲解,扫描书中的二维码可以在线观看。

在本书的编写过程中,华东理工大学竞赛队员提出了一些建议,感谢 2015 级队长姚远,以及王亦凡、王泽宸、翁天东、傅志凌等队员。

作者

2019 年 5 月















目 录


























源码下载

第 1 章 算法竞赛概述	1
1.1 培养杰出程序员的捷径	2
1.1.1 编写大量代码	3
1.1.2 丰富的算法知识	3
1.1.3 计算思维和逻辑思维	3
1.1.4 团队合作精神	3
1.2 算法竞赛与创新能力的培养	4
1.3 算法竞赛入门	5
1.3.1 竞赛语言和训练平台	5
1.3.2 判题和基本的输入与输出	5
1.3.3 测试	8
1.3.4 编码速度	9
1.3.5 模板	10
1.3.6 题目分类	11
1.3.7 代码规范	12
1.4 天赋与勤奋	13
1.5 学习建议	14
1.6 本书的特点	15
第 2 章 算法复杂度	17
2.1 计算的资源	17
2.2 算法的定义	21
2.3 算法的评估	22
第 3 章 STL 和基本数据结构	24
3.1 容器	24
3.1.1 vector	25
3.1.2 栈和 stack	27
3.1.3 队列和 queue	28
3.1.4 优先队列和 priority_queue	30
3.1.5 链表和 list	30

3.1.6	set	31
3.1.7	map	33
3.2	sort()	34
3.3	next_permutation()	35
第 4 章	搜索技术	37
4.1	递归和排列	38
4.2	子集生成和组合问题	41
4.3	BFS	43
4.3.1	BFS 和队列	43
4.3.2	八数码问题和状态图搜索	46
4.3.3	BFS 与 A* 算法	50
4.3.4	双向广搜	52
4.4	DFS	53
4.4.1	DFS 和递归	53
4.4.2	回溯与剪枝	54
4.4.3	迭代加深搜索	57
4.4.4	IDA*	58
4.5	小结	60
第 5 章	高级数据结构	61
5.1	并查集	62
5.2	二叉树	66
5.2.1	二叉树的存储	66
5.2.2	二叉树的遍历	67
5.2.3	二叉搜索树	70
5.2.4	Treap 树	72
5.2.5	Splay 树	78
5.3	线段树	84
5.3.1	线段树的概念	84
5.3.2	点修改	85
5.3.3	离散化	89
5.3.4	区间修改	90
5.3.5	线段树习题	93
5.4	树状数组	93
5.5	小结	97
第 6 章	基础算法思想	98
6.1	贪心法	98

6.1.1	基本概念	98
6.1.2	常见问题 	100
6.1.3	Huffman 编码 	102
6.1.4	模拟退火	105
6.1.5	习题	107
6.2	分治法	107
6.2.1	归并排序	108
6.2.2	快速排序 	111
6.3	减治法	113
6.4	小结	114
第 7 章	动态规划	115
7.1	基础 DP 	116
7.1.1	硬币问题	116
7.1.2	0/1 背包 	123
7.1.3	最长公共子序列 	127
7.1.4	最长递增子序列	129
7.1.5	基础 DP 习题	132
7.2	递推与记忆化搜索 	133
7.3	区间 DP 	134
7.4	树形 DP	139
7.5	数位 DP 	144
7.6	状态压缩 DP 	148
7.7	小结 	153
第 8 章	数学 	154
8.1	高精度计算 	154
8.2	数论	155
8.2.1	模运算	156
8.2.2	快速幂	156
8.2.3	GCD、LCM	159
8.2.4	扩展欧几里得算法与二元一次方程的整数解	159
8.2.5	同余与逆元	161
8.2.6	素数	163
8.3	组合数学	166
8.3.1	鸽巢原理	166
8.3.2	杨辉三角和二项式系数	167
8.3.3	容斥原理	168
8.3.4	Fibonacci 数列 	168

8.3.5	母函数 	169
8.3.6	特殊计数 	174
8.4	概率和数学期望	180
8.5	公平组合游戏 	183
8.5.1	巴什游戏与 P-position、N-position 	184
8.5.2	尼姆游戏	185
8.5.3	图游戏与 Sprague-Grundy 函数 	187
8.5.4	威佐夫游戏	190
8.6	小结	191
第 9 章 字符串		192
9.1	字符串的基本操作	192
9.2	字符串哈希 	194
9.3	字典树 	196
9.4	KMP 	198
9.5	AC 自动机	202
9.6	后缀树和后缀数组	204
9.6.1	概念	205
9.6.2	用倍增法求后缀数组 	206
9.6.3	用后缀数组解决经典问题	212
9.7	小结	213
第 10 章 图论		214
10.1	图的基本概念	214
10.2	图的存储 	215
10.3	图的遍历和连通性 	217
10.4	拓扑排序	219
10.5	欧拉路 	223
10.6	无向图的连通性	225
10.6.1	割点和割边 	225
10.6.2	双连通分量	228
10.7	有向图的连通性	230
10.7.1	Kosaraju 算法 	231
10.7.2	Tarjan 算法 	234
10.8	2-SAT 问题 	236
10.9	最短路	239
10.9.1	Floyd-Warshall	240
10.9.2	Bellman-Ford 	242
10.9.3	SPFA 	246

10.9.4	Dijkstra 	250
10.10	最小生成树	253
10.10.1	prim 算法 	254
10.10.2	kruskal 算法 	255
10.11	最大流	257
10.11.1	Ford-Fulkerson 方法 	258
10.11.2	Edmonds-Karp 算法	260
10.11.3	Dinic 算法和 ISAP 算法	262
10.12	最小割	263
10.13	最小费用最大流	264
10.14	二分图匹配 	268
10.15	小结 	271
第 11 章 计算几何		272
11.1	二维几何基础 	272
11.1.1	点和向量 	273
11.1.2	点积和叉积	274
11.1.3	点和线	276
11.1.4	多边形	280
11.1.5	凸包 	283
11.1.6	最近点对	285
11.1.7	旋转卡壳	287
11.1.8	半平面交	288
11.2	圆	293
11.2.1	基本计算	293
11.2.2	最小圆覆盖 	297
11.3	三维几何	300
11.3.1	三维点和向量	300
11.3.2	三维点积	301
11.3.3	三维叉积	302
11.3.4	最小球覆盖	304
11.3.5	三维凸包	304
11.4	几何模板 	308
11.5	小结 	315
第 12 章 ICPC 区域赛真题 		316
12.1	ICPC 亚洲区域赛(中国大陆)情况	316
12.2	ICPC 区域赛题目解析 	317
12.2.1	F 题 Friendship of Frog(hdu 5578)	318

12.2.2	K 题 Kingdom of Black and White(hdu 5583)	320
12.2.3	L 题 LCM Walk(hdu 5584)	323
12.2.4	A 题 An Easy Physics Problem(hdu 5572)	325
12.2.5	B 题 Binary Tree(hdu 5573)	326
12.2.6	D 题 Discover Water Tank(hdu 5575)	328
12.2.7	E 题 Expection of String(hdu 5576)	333
12.2.8	G 题 Game of Arrays(hdu 5579)	336
12.2.9	I 题 Infinity Point Sets(hdu 5581)	339

参考文献	344
------	-----

第1章 算法竞赛概述



视频讲解

- ☑ 算法竞赛简介
- ☑ 创新能力的培养
- ☑ 训练平台
- ☑ 入门知识
- ☑ 模板的作用
- ☑ 题目分类
- ☑ 学习计划

算法竞赛是培养大学生程序设计能力、计算思维能力、创新能力和团队合作精神的重要方式,是培养杰出程序员的捷径,被国内高校普遍重视,吸引着越来越多的大学生参与其中。

本章介绍了与竞赛相关的入门知识,包括竞赛语言及训练平台、编码规范、题目分类、模板的作用等。在本章的最后部分讨论了天赋和努力与竞赛成绩的辩证关系,并详细地给出了学习建议。

算法竞赛(程序设计竞赛)是培养杰出程序员的捷径。

在当前高等教育强化创新能力培养、逐年增大学科竞赛投入的背景下,出现了一大批面向大学生的算法类竞赛。在国内众多竞赛中,最具影响力的面向大学生的程序设计竞赛有 ACM-ICPC 和 CCPC 等,面向中学生的程序设计竞赛有全国青少年信息学奥林匹克竞赛。

ACM-ICPC(International Collegiate Programming Contest,国际大学生程序设计竞赛)^①是国际和国内最有影响力的高校计算机竞赛,是旨在展示大学生创新能力、团队精神和在压力下编写程序、分析和解决问题能力的年度竞赛。经过多年的发展,ACM-ICPC 已经成为全球最具影响力的大学生程序设计竞赛,它也成为我国高校创新教育评估的主要竞赛之一。

CCPC(China Collegiate Programming Contest,中国大学生程序设计竞赛)^②是由中国大学生程序设计竞赛组委会主办的面向世界大学生的国际性年度赛事,旨在激发学生学习的兴趣和程序设计的兴趣,提升算法设计、逻辑推理、数学建模、编程实现和英语阅读能力,激励学生运用计算机编程技术和技能解决实际问题,培养团队合作意识、挑战精神和创新潜力。中国大学生程序设计竞赛是 ACM-ICPC 在中国发展的必然产物。

^① 网址为 iepc.baylor.edu。从 2018 年起,ACM 协会不再赞助 ICPC,因此众所周知的 ACM-ICPC 竞赛应该改为 ICPC。本书由于需要介绍竞赛的历史,这里仍然沿用 ACM-ICPC 这个名称。

^② 网址为 ccpc.io。

NOI(National Olympiad in Informatics, 全国青少年信息学奥林匹克)^①是国内省级代表队最高水平的大赛。每年各省选拔产生 5 名选手,由中国计算机学会组织进行比赛。

“学科竞赛不仅是高校创新人才培养的重要手段,而且是用人单位选拔人才的重要依据”^②,算法竞赛完全证明了这一点。搜索所有著名 IT 公司招聘软件工程师的面试题目就会发现,没有经过算法竞赛训练的人很难通过这些面试。

算法竞赛是展示编程能力的大舞台。练武的人,如果有一个比武的擂台,可以极大地激发他们的活力,并让他们有机会证明自己不是纸上谈兵,而是真正的高手。ACM-ICPC、CCPC、NOI 就是学习编程和展示程序设计能力的大擂台。在学习的过程中,从简单题目到难题,从一个专题到所有专题,一步一步渐进学习,让参与者能清晰地把握自己的进步。竞赛题目都是实打实的软件小项目,完成它们能给人以真实的成就感,并验证是否掌握了真正的编程本领。

1.1 培养杰出程序员的捷径

杰出的程序员有什么特质?这里可以列出一长串:掌握多种编程语言,编写过大量代码,算法知识丰富,数学应用能力强,做过很多项目,有团队精神和创新意识,善于根据行业需求调整自己的努力方向……

学习和参加算法竞赛是成为杰出程序员的捷径。ACM-ICPC 的冠军被称为“世界上最聪明的人”,竞赛的获奖者基本上都成长为杰出的软件工程师,并且有很多人是 IT 公司的创业者。例如,当前最热门的人工智能公司,很多创始人都是算法竞赛的佼佼者。

依图科技联合创始人林晨曦,2002 年获 ACM-ICPC 总决赛金牌,2008 年进入阿里云任技术总监,搭建中国首个拥有自主知识产权的分布式计算平台“飞天”,2012 年与同学朱珑一起联合创立依图科技。

第四范式 CEO 戴文渊,2005 年获 ACM-ICPC 总决赛金牌,在“《科学中国人》2016 年度人物”评选中,成为第一位代表人工智能行业获评“年度科技型企业”荣誉的企业家。

旷视科技的创始人唐文斌,2008 年获 ACM-ICPC 总决赛银牌,他的公司被李开复称为“国内最成功的人工智能公司”。旷视科技公司聚集了很多算法竞赛获奖的人才。唐文斌这样评价自己公司的员工:“在我的团队里,聚集了一批这样的天才人物。目前旷视科技团队成员有 60 个左右,其中 30 多个人至少曾获得过一项世界级编程比赛奖项,得过国际奥林匹克竞赛金牌的有 7 个……”^③

在 ACM-ICPC 区域赛上获奖的学生,在大学生中比例极小。例如,2017 年亚洲区域赛,参赛队员是从 300 个大学选拔出来的,7 个赛区合计约 1700 队。其中,金牌 10%,170 队,约 500 人,以大四学生为主;银牌 20%,340 队,约 1000 人,以大三、大四学生为主;铜牌 30%,500 队,约 1500 人,以大三学生为主。这其中有一部分队伍重复参加多个赛区的比

① 网址为 www.noi.cn。

② 中国高等教育学会《高校竞赛评估与管理体系研究》专家工作组。

③ 唐文斌:先打地基再建楼; <http://m.iheima.com/article/150664>(永久网址: perma.cc/QA88-NKVX)。

赛,估算起来,每年毕业的金牌获奖者不到 500 人,银牌获奖者不到 1000 人。中国在校的计算机类专业大学生有 100 万左右,这还不算其他信息类专业毕业生。因此,ACM-ICPC 竞赛获奖队员可以说是千里挑一、万里挑一的杰出人才了。

在大学阶段参加算法竞赛,可以使一个未来的杰出程序员获得下面几个小节所介绍的能力。这些能力虽然被视为“基础能力”,但却是大部分学计算机编程的学生所不能轻易获得的。

1.1.1 编写大量代码

比尔·盖茨曾说过:“如果你想雇佣一个工程师,看看他写的代码就够了。如果他没写过大量代码,就不要雇佣他。”^①通过编写大量代码,能做到算法精妙合理、逻辑清晰透彻、代码喷涌而出、格式赏心悦目、挑 bug 手到擒来,这是杰出程序员的基本功。ACM-ICPC 竞赛队员想达到在区域赛中获奖的水平,需要写 5~10 万行的代码。



视频讲解

1.1.2 丰富的算法知识

算法是程序的核心,决定了程序的优劣。特别是在数据规模大的情况下,算法直接决定了程序的生死。例如,用计算机处理排序问题:假设有 100 万个数,用最简单的冒泡排序算法,计算量可能多达 1 万亿次(冒泡排序的计算复杂度是 $O(n^2)$, $100\text{万} \times 100\text{万} = 1\text{万亿}$),在计算机上,计算时间长达几个小时,实际上根本不能用;如果改用快速排序算法,计算量只有 2000 万次(快速排序的计算复杂度是 $O(n \log_2 n)$, $100\text{万} \times \log_2 100\text{万} \approx 2000\text{万}$),计算机在 1 秒内可以完成。二者的计算时间相差 5 万倍,算法的威力可见一斑。

算法竞赛涉及绝大部分常见的确定性算法,掌握这些知识,不仅能应用在软件开发中,也是进一步探索未知算法的基础。例如现在非常火爆的、代表了人类未来技术的人工智能研究,涉及许多精深的算法理论,没经过基础算法训练的人根本无法参与。

1.1.3 计算思维和逻辑思维

一些竞赛队员经常说:我们要尽量掌握所有算法知识。但是,程序设计不仅要有算法思想,还需要能正确地写出程序,这不是仅仅有算法知识就能完成的。一道难题,往往需要综合多种能力,例如数据结构、算法知识、数学方法、流程和逻辑等,这就是计算思维和逻辑思维能力的体现。通常,能解出这样的题目是高级程序员的特征。

在 ACM-ICPC 亚洲区域赛和 CCPC 赛事上获得金牌、银牌的队员,能够凭借奖牌证实自己有这样的能力。这也是算法竞赛被看重的主要原因。

1.1.4 团队合作精神

在软件行业,团队合作非常重要,这一点不需要更多说明。ACM-ICPC、CCPC 竞赛把对团队合作的要求放在了重要位置。竞赛的赛制是 3 人一队,一台计算机,十几道竞赛题,

^① Gates: “If you want to hire an engineer, look at the guy’s code. That’s all. If he hasn’t written a lot of code, don’t hire him.”; https://www.wired.com/2010/04/ff_hackers/.

限定 5 个小时。参加过现场比赛的队伍都能立刻体会到：一个队伍的 3 个人，在同等水平下，如果配合默契，则可以多做一两道题，把获奖等级提高一个档次。在竞赛过程中，有人负责精读英语题，有人负责构造测试数据，有人负责编写代码，大家互相讨论思路，队长判断现场形势，确定做题顺序。每支队伍的 3 个人只有在日常训练中长期磨合，才能互相了解，做到合理分工、优势互补，从而发挥出最优的团队力量。

有人认为：毕业后参加工作，其实用不着算法竞赛这么多的复杂逻辑和算法知识，即使使用到了，在工程中一般有现成的模块，拿来用就行了，只要了解这个模块用到的算法的作用和复杂度即可。这种认识是肤浅的，对于立志成为高级程序员的学生而言，进行大量的计算思维训练和经典算法训练是必需的，理由如下：

(1) 算法是对学习和理解能力的一块试金石，难的都能掌握，容易的当然不在话下。在算法竞赛上获奖的人证明了自己有解决复杂编程问题的能力。

(2) 即使有现成的模块，但是对于特定的需求，往往需要进行修改才能真正使用，没有真正理解的人无法修改。

(3) 实际的程序往往有复杂的逻辑关系，但又不属于经典的算法，没有现成模块，需要自己思考才能写出代码，这个能力是通过训练得到的。

1.2 算法竞赛与创新能力的培养

算法竞赛培养这样的能力：对复杂问题，用高效的算法或逻辑进行建模并编码实现。

目前中国的 IT 业极其繁荣，已经和美国并列为世界超级两强，把其他国家和地区远远抛到后面，并且中国有加速超过美国的趋势。繁荣意味着竞争激烈，参加编程竞赛的获奖队员能够在成千上万的 IT 工程师中脱颖而出，有很多创业并成功。本书作者认为，他们需要具备以下品质：

(1) 激情和勇气。例如，一旦开始，就不肯退缩的激情；渴望成为大人物，有改变行业的野心；敢于平等地和老师、IT 行业人士进行交流的勇气。本书作者所在的华东理工大学有一些竞赛队员毕业后创业成功，他们在大一的时候就已经表现出了这些特点。例如创办杭州美登科技有限公司(淘宝的金牌“淘拍档”)的 2008 届毕业生邹宇、创办上海萌果信息科技有限公司(中国手游企业的明星)的 2009 届毕业生尹庆，在大一的时候就表现出了不服输、敢于承担的特点，他们先后担任了竞赛队长。

(2) 开阔的思路。能抓住一切机会了解更多的信息。例如创办云片网络的华东理工大学的 2007 届毕业生刘大林，他在读大三的时候发现学校主页没有校内搜索功能，于是主动做了一个搜索，并推销给了学校。再如华东理工大学的 2012 届毕业生诸咏天，在大学期间访问了很多创业公司，开阔了思路，在大学期间就积极创业，荣获“2011 年上海市大学生年度人物”的称号，毕业后创业并取得成功。

(3) 超群的技术能力。这一点非常重要。由于现在 IT 行业早已进入成熟阶段，从业者人数太多，竞争激烈，所以只有具备超群技术能力的人才能快速开发出难以模仿的软件，增加获得成功的概率。

(4) 自信。自信不是盲目的自大，自信的获得建立在征服困难的经验上。例如，参加过