

# ACM算法与程序设计 (O)

## ACM程序设计竞赛简介

杜育根

ygdu@sei.ecnu.edu.cn

# ACM

ACM 的全称是 Association for Computing Machinery，建立于1947年，是世界上第一个教育和科研的，也是最有影响的计算机组织。今天，ACM已经有超过8万个成员，遍布在世界各地。ACM的主要活动包括一些专题的兴趣小组（SIGs Special Interesting Groups），每年要组织一系列高水平的学术会议，还有一些面向不同层次的学术竞赛，ACM/ICPC就是其中之一。

# ICPC

**ICPC (International Collegiate Programming Contest)是由ACM组织的年度性大学生程序设计竞赛，是全球大学生计算机程序能力竞赛活动中最具影响力的一项赛事，也可以看作是针对在校大学生的一场奥林匹克。1970年至2018已举办过42届，成为参赛选手展示计算机才华的舞台，是大学计算机教育成果的直接体现，也是信息企业与世界顶尖计算机人才对话的良机。**

# 奖杯



# 竞赛的阶段

- 该项竞赛分区域网上初赛、区域现场决赛和全球总决赛三个阶段进行。晋级规则如下：
  1. 网上初赛排名前 多少名（主办单位确定） 的每所学校将有 1 支参赛队伍晋级现场决赛（学校排名即该校排名最高的队伍的名次）；
  2. 其他赛点的举办方有适当名额晋级现场决赛；
  3. 参加了 上届 ACM-ICPC 总决赛的每所学校将可以在上述规则之外多出 1 支参赛队伍晋级现场决赛。
  4. 还有其他一些晋级规则
- 各分区决赛第一名（或前两名）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月~12月在各大洲举行。

# ACM竞赛规定

**ACM竞赛规定，教练是参赛队伍所代表学校的正式教师，每支队伍最多由三名参赛队员组成，每支队伍中至少有一名参赛队员必须是未取得学士学位或同等学历的学生，取得学士学位超过两年，或进行研究生学习超过两年的学生不符合参赛队员的资格，任何参加过两次总决赛的学生不得参加地区预赛或者世界决赛。**

# 竞赛要求

1. 竞赛中题目数目前都超过10题，比赛时间为5个小时，参赛队员可以携带诸如书、手册、程序清单等参考资料，试题的解答提交裁判称为运行，每一次运行会被判为正确或者错误，判决结果会及时通知参赛队伍，正确解答中等数量及中等数量以上试题的队伍会根据解题数目进行排名，解题数在中等数量以下的队伍会得到确认但不会进行排名，在决定获奖和参加世界决赛的队伍时，如果多支队伍解题数量相同，则根据总用时加上惩罚时间进行排名，总用时和惩罚时间由每道解答正确的试题的用时加上惩罚时间而成。
2. 每道试题用时将从竞赛开始到试题解答被判定为正确为止，期间每一次错误的运行将被加罚20分钟时间，未正确解答的试题不记时，地区预赛可以使用的语言包括C/C++和Java，每支队伍使用一台计算机，所有队伍使用计算机的规格配置完全相同。

3. 对于每道题目，参赛队必须写出解决该题的程序源代码，提交给裁判，由裁判编译得到可执行程序，如果对于所有的输入数据该程序都能在规定的时间内得到正确的结果，才能够获得通过。测试数据通常极为严格。当某个队通过了一道题时，工作人员会在这个队的计算机前插上一个代表这道题颜色的气球，这样所有比赛的情况一目了然，为了增加比赛的紧张气氛，比赛结束前一个小时，停止公布所有的成绩。
4. 如果参赛队提交的程序代码未获通过，裁判会及时返回错误信息，大约有答案错误(Wrong Answer)，输出格式错误(Presentation Error)，超时(Time Limit Exceeded)等。



# 竞赛涵盖的范围

- 竞赛涵盖的范围很广，大致划分如下：Direct（简单题），Computational Geometry（计算几何），Number Theory（数论），Combinatorics（组合数学），Search Techniques（搜索技术），Dynamic Programming（动态规划），Graph Theory（图论），Other（其他）。

# 16种类型

细分可能有16种类型：

Dynamic Programming (动态规划)

Greedy (贪心算法)

Complete Search (穷举搜索)

Flood Fill (洪水填充)

Shortest Path (最短路径)

Recursive Search Techniques (回溯搜索技术)

Minimum Spanning Tree (最小生成树)

Knapsack (背包问题)

Computational Geometry (计算几何学)

Network Flow (网络流)

Eulerian Path (欧拉回路)

Two-Dimensional Convex Hull (二维凸包)

BigNums (大数问题)

Heuristic Search (启发式搜索)

Approximate Search (近似搜索)

Ad Hoc Problems (杂题)

# 应用到的数学分支

竞赛中应用的数学的主要分支:

1、离散数学——作为计算机学科的基础，离散数学是竞赛中涉及最多的数学分支，其重中之重又在于图论和组合数学，尤其是图论。

图论之所以运用最多是因为它的变化最多，而且可以轻易地结合基本数据结构和许多算法的基本思想，较多用到的知识包括连通性判断、DFS和BFS，关节点和关键路径、欧拉回路、最小生成树、最短路径、二部图匹配和网络流等等。虽然这部分的比重很大，但是往往也是竞赛中的难题所在，如果有初学者对于这部分的某些具体内容暂时感到力不从心，也不必着急，可以慢慢积累。

竞赛中设计的组合计数问题大都需要用组合数学来解决，组合数学中的知识相比于图论要简单一些，很多知识对于小学上过奥校的同学来说已经十分熟悉，但是也有一些部分需要先对代数结构中的群论有初步了解才能进行学习。组合数学在竞赛中很少以难题的形式出现，但是如果积累不够，任何一道这方面的题目却都有可能成为难题。

**2、数论——以素数判断和同余为模型构造出来的题目往往需要较多的数论知识来解决，这部分在竞赛中的比重并不大，但只要来上一道，也足以使知识不足的人冥思苦想上一阵时间。素数判断和同余最常见的是在以密码学为背景的题目中出现，在运用密码学常识确定大概的过程之后，核心算法往往要涉及数论的内容。**

**3、计算几何——计算几何相比于其它部分来说是比较独立的，就是说它和其它的知识点很少有过多的结合，较常用到的部分包括——线段相交的判断、多边形面积的计算、内点外点的判断、凸包等等。计算几何的题目难度不会很大，但也永远不会成为最弱的题。**

- 4、**线性代数**——对线性代数的应用都是围绕矩阵展开的，一些表面上是模拟的题目往往可以借助于矩阵来找到更好的算法。
- 5、**概率论**——竞赛是以黑箱来判卷的，这就是说你几乎不能动使用概率算法的念头，但这也并不是说概率就没有用。关于这一点，只有通过一定的练习才能体会。
- 6、**初等数学与解析几何**——这主要就是中学的知识了，用的不多，但是至少比高等数学多，我觉得熟悉一下数学手册上的相关内容，至少要知道在哪儿能查到，还是必要的。
- 7、**高等数学**——纯粹运用高等数学来解决的题目不多，但是一些题目的叙述背景往往需要和这部分有一定联系，掌握得牢固一些总归没有坏处。

# 数据结构与算法是真正的核心

- 虽然数学十分十分重要，但是如果让三个只会数学的人参加比赛，我相信多数情况下会比三个只会数据结构与算法的人得到更为悲惨的结局。

# 先说说数据结构

- 掌握队列、堆栈和图的基本表达与操作是必需的，树，需要建树的问题有但是并不多（但是树往往是很重要的分析工具）。除此之外，排序和查找并不需要对所有方式都能很熟练的掌握，但你必须保证自己对于各种情况都有一个在时间复杂度上满足最低要求的解决方案。说到时间复杂度，就又该说说哈希表了，竞赛时对时间的限制远远多于对空间的限制，这要求大家尽快掌握“以空间换时间”的原则策略，能用哈希表来存储的数据一定不要到时候再去查找，如果实在不能建哈希表，再看看能否建二叉查找树等等——这都是争取时间的策略，掌握这些技巧需要大家对数据结构尤其是算法复杂度有比较全面的理性和感性认识。

# 接着说说算法

- 算法中最基本和常用的是搜索，主要是回溯和分支限界法的使用。这里要说的是，有些初学者在学习这些搜索基本算法是不太注意剪枝，这是十分不可取的，因为所有搜索的题目给你的测试用例都不会有很大的规模，你往往察觉不出程序运行的时间问题，但是真正的测试数据一定能过滤出那些没有剪枝的算法。实际上参赛选手基本上都会使用常用的搜索算法，题目的区分度往往就是建立在诸如剪枝之类的优化上了。
- 常用算法中的另一类是以“相似或相同子问题”为核心的，包括递推、递归、贪心法和动态规划。这其中比较难于掌握的就是动态规划，如何抽象出重复的子问题是很多题目的难点所在，初学者仔细理解图论中一些以动态规划为基本思想所建立起来的基本算法(比如Floyd-Warshall算法)，并且多阅读一些定理的证明，这虽然不能有什么直接的帮助，但是长期坚持就会对思维很有帮助。



# 参赛队员应有哪些知识

- 绝大部分题目都是考算法，即能想出一种算法并实现它，使得计算机能够在几秒钟甚至更短的时间内算出问题的结果。
- 参赛队员应该熟练掌握一种编程语言（一般是 C/C++，JAVA等）。
- 具有基本的数据结构知识，全面\深入地掌握多种算法，如动态规划，搜索，贪心法等。
- 对数学知识有较高要求，应熟练掌握图论，概率统计，组合数学，集合论，计算几何等。
- 参赛队员的英语阅读能力很重要。
- 对编程的速度和正确性要求很高，应具有基本不需调试就能写对程序的能力。

# 团队配合

- 通过以上的介绍大家也可以看出，ACM/ICPC竞赛对于知识面覆盖的非常广，想凭一己之力全部消化这些东西实在是相当困难的，这就要求我们尽可能地发挥团队协作的精神。同组成员之间的熟练配合和默契的形成需要时间，具体的情况因成员的组成不同而不同，这里我就不再多说了。

# 练习、练习、再练习

- 知识的积累固然重要，但是ACM竞赛终究不是看出来的，而是练出来的，这是多少前人最深的一点体会，只有通过具体题目的分析和实践，才能真正掌握数学的使用和算法的应用，并在不断的练习中增加编程经验和技巧，提高对时间复杂度的感性认识，优化时间的分配，加强团队的配合。总之，在这里光有纸上谈兵是绝对不行的，必须要通过实战来锻炼自己。

# 练习的在线网站 (ONLINE JUDGE)

- 大家一定要问，我们去哪里找题做，又如何检验程序是否正确呢？这大可不必担心，现在已经有了很多网上做题的站点，这些站点提供了大量的题库并支持在线判卷，你只需要把程序源码提交上去，马上就可以知道自己的程序是否正确，运行所使用的时间以及消耗的内存等等状况。下面我给大家推荐几个站点，不建议大家在所有这些站点上做题，选择一两个就可以了，因为每个站点的题都有一定的难易比例，系统地做一套题库可以使你对各种难度、各种类型的题都有所认识。

# 1. Ural

Ural是中国学生对俄罗斯的Ural州立大学的简称，那里设立了一个 Ural Online Problem Set (<http://acm.timus.ru/>)，并且支持 Online Judge。Ural的不少题目算法性和趣闻性都很强，得到了国内广大学生的厚爱。根据统计，Ural的题目类型大概呈如下的分布：

题型	搜索	动态规划	贪心	构造	图论	计算几何	纯数学	数据结构	其它
比例	10%	15%	5%	5%	10%	5%	20%	5%	25%

- 这 and 实际比赛中的题型分布也是大体相当的。有兴趣的同学可以去看看。

## 2、UVA

UVA代表西班牙Valladolid大学(University de Valladolid)。该大学有一个那里设立了一个PROBLEM SET ARCHIVE with ONLINE JUDGE (<http://acm.uva.es/problemset>), 并且支持ONLINE JUDGE, 形式和Ural大学的题库类似。不过和Ural不同的是, UVA题目多的多, 而且比较杂, 而且有些题目的测试数据比较刁钻。这使得刚到那里做题的朋友往往感觉到无所适从, 要么难以找到合适的题目, 要么Wrong Answer了很多次以后仍然不知道错在那里。如果说做Ural题目主要是为了训练算法, 那么UVA题目可以训练全方位的基本功和一些必要的编程素质。UVA和许多世界知名大学联合办有同步网上比赛, 因此那里强人无数, 不过你先要使自己具有听懂他们在说什么的素质

# 3.Codeforces


Codeforces是一个提供在线评测系统的俄罗斯网站。该网站由一群来自俄罗斯萨拉托夫国立大学的程序员创建并维护，其中主要的领导者为Mikhail Mirzayanov。现在是ITMO（圣彼得堡国立信息技术机械与光学大学）维护。自2013年起，Codeforces的活跃用户数就已经超过了另一大在线评测系统网站TopCoder。截至2018年，它拥有超过60万注册用户。


MiFaFaOvO BLOG TEAMS SUBMISSIONS GROUPS CONTESTS PROBLEMSETTING

Legendary grandmaster  
**MiFaFaOvO**

Fafa Mi, [Apia](#), [Samoa](#)  
From [Ildar Gainullin fun-club](#)


 Contest rating: **3600** (max.  
**legendary grandmaster, 3600**)

 Contribution: **+102**

 Friend of: 6,493 users

Last visit: **online now**

Registered: 9 years ago

 [Blog entries \(8\)](#), [comments](#)

 [Talks](#) | [Send message](#)



→ Pay attention

Before contest  
[Educational Codeforces Round 82](#)  
(Rated for Div. 2)  
24:28:58  
[Register now »](#)

→ Top rated

#	User	Rating
1	<b>MiFaFaOvO</b>	3600
2	<b>tourist</b>	3549
3	<b>Um_nik</b>	3378
4	<b>TLE</b>	3356
5	<b>apiadu</b>	3351
6	<b>Benq</b>	3299



## 4.Topcoder

官方站: [www.topcoder.com](http://www.topcoder.com)

Topcoder是一个面向平面设计师和程序员的网站。它采用比赛、评分、支酬等方式吸引众多平面设计师和程序员业余工作。

作为一个程序设计比赛的网站，题型、比赛形式跟ICPC不同。参赛者须在1小时15分钟的时间内完成三道不同难度的题目，每道题完成的时间决定该题在编程部分所得的分数。而比赛可分为三部分：Coding Phase, Challenge Phase和System Test Phase，比ACM/ICPC多了Challenge Phase，这部分是让参赛者浏览分配在同一房间的其他参赛者的源代码，然后设法找出其中错误，并提出一个测试参数使其不能通过测试。如果某参赛者的程序不能通过别人或系统的测试，则该参赛者在此题目的得分将为0



# 5.Vjudge.net (cn.vjudge.net)

## ○ Virtual Judge支持的OJ系统:

← → ↺



































https://vjudge.net

☆ 应用 ★ Bookmarks 文件 TeamInvitation (1... 文件 欢迎使用华东师范...


# Virtual Judge

Virtual Judge is not a real online judge. It can grab problems from other regular online judges and simulate submissions to other online judges. It aims to enable holding contests when you don't have the test data.


Virtual Judge currently supports the following online judges:

 POJ	 ZOJ	 UVALive	 SGU
 URAL	 HUST	 SPOJ	 HDU
 HYSBZ	 UVA	 CodeForces	 Z-Trening
 Aizu	 LightOJ	 UESTC	 NBUT
 FZU	 CSU	 SCU	 ACdream
 CodeChef	 CF::Gym	 OpenJudge	 Kattis
 HihoCoder	 HIT	 HRBUST	 EIJudge
 AtCoder	 HackerRank	 51Nod	 TopCoder
 E-Olymp	 计蒜客		

微博

 Virtual\_Judge 海外 日本  
[+ 加关注](#)

新增对 计蒜客 ( <http://t.cn/AidtKsF1> ) 的支持


 计蒜客

2019-11-20 14:48 [转发](#) | [评论](#)

一位吉尔吉斯斯坦用户表示他对五虎将的名字很熟悉，因为他玩过一两年 真三国无双4和6 [doge][二哈]

2018-3-12 13:39 [转发](#) | [评论](#)

冒泡防掉粉 [二哈][二哈][二哈]



## 6.Vjudge可以链接的国内外一些OJ网站

- POJ ZOJ HDU HUST SPOJ HYSBZ UVA CodeForces  
Z-Trening Aizu LightOJ UESTC NBUT FZU CSU SCU  
ACdream CodeChef CF::Gym OpenJudge Kattis  
HihoCoder HIT HRBUST EJudge AtCoder  
HackerRank 51Nod TopCoder E-Olymp 计蒜客

# 关于ACM算法与编程的书

- 秋叶拓哉 , 岩田阳一, 北川宜稔. 挑战程序设计竞赛(第2版)
- 刘汝佳等.算法竞赛入门经典 (第二版)、算法竞赛入门经典: 训练指南
- 算法导论
- Sartaj Sahni (萨尔塔·萨尼) . 《数据结构算法与应用——C++语言描述》
- 罗勇军, 郭卫斌. 算法竞赛入门到进阶