

# 数学中美赛专题培训之一——美赛参赛经验总结

前面培训的内容都是关于一些技术、方法，今天，做为最后一次培训课程，我想更加关注一下比赛，和大家谈一谈美赛的参赛经验。在网上已经有很多网友发表过自己的参赛经验，我读过一些，从中受益了不少，在这里我想把自己总结的一些有关比赛细节的东西，拿出来和大家分享一下，我想对于一些初次参加美赛的网友会有一些帮助，由于时间仓促，难免有一些不当之处，希望大家谅解，也希望大家共同参与讨论，共同提高。

这几年，我一直在参与建模比赛的指导工作，我的任务就是想办法帮助学生提高建模水平，使他们有能力在一些大规模的比赛中具备冲击奖项的能力。但是，有的时候结果往往不如所愿，很多学生很困惑，“为什么我们花了很多时间准备比赛，学习了很多东西，但是仍然不能在比赛中取得好的成绩呢？为什么付出却没有回报呢？”

为了解决这些学生的困惑，我开始花时间来研究比赛本身，开始更加关注数学和建模的结合问题。说到这，可能有网友会问，你为什么要把数学和建模分开说呢，数学建模本身是一个词呀？其实，我们现在需要的确实是要完成“数学建模”工作。但对于很多本科生来说能真正的把数学用在建模中，或者说把数学和建模有机的结合起来，并不是一件容易的事。我们现在很多时候都是在一边学习数学知识，一边关注一些建立好的模型，这样虽然是学了不少，但是真正比赛的时候却不能运用自如，不知道学到的数学知识如何用在建模中。

要解决这个问题，我想需要本科生了解一些在研究生阶段才需要接触的研究方法。其实，数学建模本身并不是一个我们在上世纪八十年代才接触到的新东西，数学建模的过程早在数学出现的那一天就出现了，它就是利用数学来解决实际问题的一个研究过程。上了要用到数学的专业的研究生你们就会发现，其实研究生的研究过程就是在做数学建模。

说到这里，我今天的主题也就明确了，我要把一些简单的研究方法告诉大家。

数学虽然很难，但是一些简单的研究方法并不是太难掌握。但是能否运用自如就看你的功力了，这就是为什么乔峰能运用太祖长拳打败天下英雄，招数虽然简单，但内力不能同日而语。有了这些方法，我想那些已经做了充分准备的网友就不用再顾虑了，我想不出意外，大奖离你们不远了。

## 1、审题

虽然在数学研究中不能说审题，但我这里谈的是比赛所以就用了这个词。审题的目的就是搞清楚问题的核心和难点，找到下手的方向。由于绝大多数问题都和优化有关，所以我这里套用优化里的概念，审题其实就是要找到目标和决策变量。所谓目标当然就是我们期望优化的东西，所谓决策变量其实就是影响目标的因素。在比赛当中审题看似容易，但是往往考虑不周会影响巨大，甚至造成比赛失败。我建议大家在第一天白天的时间内由队内的三个人共同完成审题的工作。有人可能会问为什么需要这么长的时间？其实审题并不简单，需要了解问题的背景以及相关的数据。美赛和全国赛不同，并不提供数据，这样就会造成各个队所掌握的数据和资料都不相同。所以审题可能得到的结果也不尽相同。我们应该在第一天白天的时间内尽量多的查找到有关问题的数据和资料，如果问题涉及很多问，我建议审题阶段要统一考虑，因为往往这些问题是相互联系，它们具有一定相关的背景和资料。而且一篇获奖的论文应该要完成所有的问题。为了防止查找数据的困难，我们要在赛前准备一些常用数据库的免费用户名备用，因为美赛的问题多取材于美国，建议准备一些国外数据库的免费入口。数学中国论坛有相应的版块发布数据库免费入口 (<http://www.madio.net/mcm/forum-163-1.html>)，大家注意积累。审题阶段切忌不要把问题想得太过难。美赛的问题虽然大多都是尚未解决的开放问题，难度可想而知。但是比赛的目的是让你用四天时间来解决世界难题，而是让你给出一个较好的实用方法。实用最重要，光有

想法不能实用的方法是不受欢迎的。比如：09 年 MCM 的 B 题，题目主要关注的是能耗问题，有些学生过多的考虑了手机取代座机的社会影响，就有点舍本逐末了，其实这些细节问题可以利用假设或者一些人为的调整策略解决，这样也便于你的策略能够实用。

## 2、参考文献准备

这一步应该是进行研究的基础，很多研究工作都是在前人工作基础上的扩展或者改进，就算要创新也要站在巨人的肩膀之上。美赛的题目虽然比较复杂，但是能拿来作为比赛用题的肯定应该有一些前人的工作基础。有人说过衡量一个学术研究者的水平高低，关键在于掌握文献资料的多少。足见这一部分的重要性。由于美赛的题目基本上都是美国关注的问题，加之国内的应用研究并不是非常发达，所以建议多搜索一些外文文献。对于外文文献的数据库我常用 Springer，里面文献和书籍都能同时搜索，支持全文。这里要推荐一种深度优先的文献查找方法。我注意到很多网友掌握的文献其实挺多的，但是最终都一个一个地丢弃掉了，根本没从这些文献中获得任何有用的东西。究其原因，原来他们看文献只是在找这篇文献能不能解决我的问题，如果解决不了就判定没用。这种“找答案”的做法显然不对，美赛的问题大部分是没有完整的解决方案的，“答案”肯定找不到。我们能找到一篇与问题相关的文献就足够了，它可能只是研究了问题的一个侧面，或者研究了问题的一个简化的版本，或者与其类似的问题。我们要仔细阅读它，并且做一定的笔记，要弄清楚它的研究方法、思路、结论、目前的研究程度。然后我们要做的是去找它的主要参考文献，然后再把这些文献按照刚才的方法研究过，再继续追它的主要参考文献，直到我们找到最初的研究文献为止。这就是深度优先的文献查找方法。一旦实践过这个方法以后，在你的笔记本上就会形成一个清晰的研究思路，接下来你要做的可能就是按照这个思路继续下去，或者从根本上另辟蹊径。有的同学可能感觉到虽然这个思路很清晰，但是自己还是没有办法继续工作下去，我想你也不必灰心，其实你的工作已经很了不起了，你把笔记本上的东西写在论文里给评委看看，肯定会给你的论文增色不少。其实，很多优秀的论文都会在文章的一开头加一个 introduction 的部分，该部分的主要内容就应该是你对文献的总结结果，如果我是评委，看到你的文献中的 introduction 部分对文献梳理得非常清楚，我肯定会耐心地看下去，因为可以预见好戏会在后面。查找文献不方便的网友也不用担心，数学中国届时会在论坛中发布一些相关文献，请大家关注美赛的版块 (<http://www.madio.net/mcm/forum-108-1.html>)。这里提醒大家，一定要按照组委会的要求注明文献的引用，不要再出现 2007 年中国 ICM 特等奖被撤销的尴尬，详细的写法请参见：<http://www.madio.net/mcm/viewthread.php?tid=12232&page=1>

## 3、模型的建立

大家都知道建模比赛关键在于模型，一个好的模型就可以改变我们的生活。但是，我近几年越来越感觉到一些学校在培养学生建模能力的时候走入了误区。看过一些全国赛的论文后我感觉有必要在这里发表一下我自己的观点。一些论文中把解决问题的模型一个一个的罗列出来，从简单到复杂，甚至有的把一些连专业研究人员都很少了解的模型都悉数用上，论文动辄几十页，有甚者过百页。虽然我不能说论文写的不好，毕竟有很多内容我也看不懂，但是，大家想想这样的论文对于急需解决实际问题的工作人员能有多大帮助，这么多的模型到底该用哪一个？模型是越复杂越好吗？我想，数学建模比赛的目的应该不是比谁了解的模型更多，而是在比谁更会利用数学知识解决实际问题。

很多参赛者在参加美赛前可能参加过全国赛，甚至获得了不错的成绩，但是我们必须清楚，全国赛的经验并不能直接应用到美赛当中去。在模型建立上二者有一些不同，全国赛评奖时更注重文章的学术价值，而美赛更注重论文的实用性。从这些年来美赛的选题来看，这些题目或者是和美国的经济社会紧密联系，或者是一些组织或大公司亟待解决的问题。这些问题往往从纯理论的角度来看，已经有很多人做了前期的工作，我们在很多文献中都可以找到相关的研究。一般来说，想要再从理论上做突破有很大困难。组委会也没有想要把如此艰

巨的任务留给参赛者，他们期待的只是把一些的方法的实用化。这也就是为什么我们看美赛论文时，看到的并没有太多的公式，更多是策略的描述和对问题的分析。

举个例子，09年MCM的A题，关于交通流的问题很多人都知道要么用微分方程、统计的方法，要么用计算机模拟。由于理论模型求解上存在困难，很多人最终都选择了计算机模拟，但是最终有的获了奖，有的却没有获奖，为什么？这里顺便说一下，我们不要把数学模型的概念狭义化，不是只有一个数学方程或者表达式才叫做数学模型，现代数学的形式非常的多，特别是计算机出现以后，一个数字，一个方程，一个表达式，一个图片，一个表格，一个表达，一个策略，一个系统等都可以认为是数学模型。我遇到过这样两支参赛队，他们不约而同地都选择了计算机模拟的模型，因为模拟中需要确定一些参数的取值，一支队一心想把模型做的完美，他们把大量的经历用来刻画每一个参数的实际意义了，使用了大量的数学方法，最后的模型我真的看不懂了，但由于时间关系，模拟实验做得不多，仅仅得到了一些粗糙的结论。另外一支队，以上来就把这些参数做整体考虑，把实际中遇到的一些情况和参数的一组取值相对应，在有限的时间内进行了更多的模拟实验，得到了大量的实验结果，并根据实验结果对如何防止拥堵给出了实用的方法。最终的比赛结果，前面的队落选了，后面的队获了奖。

这个例子可以让我们总结出这样的经验，建立模型时要力图简单实用，如果想建立复杂的模型，也要确定对模型有充分的把握，能够在论文中叙述清楚。在论文中，最好有问题分析(Analysis)和模型分析的部分，问题分析主要是告诉评委你对问题难点的把握以及你的整体思路。模型分析主要是对于模型中一些参数的讨论，讨论中要联系实际背景，尽量追求简化。一般情况一个问题建立一个模型就行（要想获奖必须要解决所有的问题），如果要建立多个递进的模型，一定要突出模型之间的联系，强调改进的主线。如果要建立多个并列的模型，一定要进行比较，切忌不要简单罗列。

#### 4、模型的求解

模型的求解是模型能够实用化的必要步骤，美赛的模型必须要进行求解。模型的求解和模型的建立是紧密联系的，一个好的结果才能体现出模型的价值。往往求解困难的模型在美赛中需要放弃。掌握求解方法和掌握计算机软件的使用是相联系的，很多数学软件，比如：matlab, mathematics 等都把大量的求解方法集成了。阅读软件的使用帮助可以帮助我们学习大量的模型求解方法，特别是一些帮助中提供了大量的实例，可以让我们了解到模型和求解方法之间的联系。模型求解的结果需要在论文的摘要中体现出来，在论文中还要有灵敏度分析和模型检验的部分对结果的可信性给出说明，往往很多参赛者忽略这两个部分的重要性，认为它们可有可无。其实，模型建立时做的假设，模型求解时做的简化都会给结果的健壮性造成巨大的影响，每个拿到你论文的评委都会产生这样的疑虑，如果你可以利用这两个部分解除他们的疑惑，你的论文肯定可以被放在获奖的行列。

一般情况下，我们在组队的时候都要求队伍中至少有一名队员精通计算机，其实也不要求那么高，现在很多专业都学过一些计算机课程，大部分学生平时都上过网，所以掌握比赛所需要的计算机水平也并不是一件难事，mathematics6 软件的使用帮助就是一个很好的学习参考书，里面有很多不错的实际例子，只要你愿意看英文，静下心来学习几天，你会发现其实你也可以编程。

#### 5、注重写作

英文写作问题永远是阻挠中国参赛队获奖的拦路虎，希望虎年它能成为乖乖虎。论文是比赛的唯一提交形式，我们必须要在这一方面做足文章。有很多关于英文写作的文章和书籍，大家可以从这里找到，所以我今天就不涉及写作的细节了，重点谈一些方法。我认为，要想在美赛中获奖，论文整体上要思路清晰，最好由一个人主笔，三个人共同完成。看到网上有网友提到要三个人分别写不同部分，我个人认为这样不妥，因为美赛对论文的整体性要求很高，



分开写不同的部分，风格很难统一。还有一种说法，要有一个人专门负责写作，我认为这样依然不好，这样会使得文章倾向于个人的认识，一个人对于集体工作的理解可能会比较片面，往往写出来的东西与本来想象的东西有很大的差距。所以我建议，要专门留出一天的时间，三人共同完成论文的写作。由于我们要用英文来撰写论文，先写好中文再做翻译是个很好的选择。显然，很多经验文章里建议直接写英文，因为这样可以避免中文和英文之间的表达差异，确实这是最好的选择，但是我觉得能做到这一点的人并不多，反正我做不到，最多为了节省时间，在脑子里形成中文，再写出英文翻译。这里，Google 的中英文翻译做得很好，基本可以满足科技论文的需要，不仅一些专业词汇都有收录，而且对于整句的翻译也做得不错。我们其实要做的就是保证语法正确，尽量不要重复使用一种方式进行表达，多使用连词和从句来进行连接，表达力图清晰、简洁。我们还可以多准备一些英文文献作为模板，很多有用的句子都可以从这些文献中找到，平时多读读它们也会使你的英文提高不少。

摘要的写法还需要再谈一下，参赛帮助中专门强调了摘要的重要性，还提到一篇论文可能由于摘要不当而失去获奖的机会。但我觉得也不必太风声鹤唳，摘要完全不必太模式化，可以自由发挥，只要能把你的主要工作体现出来就行。最担心的是有些参赛队在写完论文以后也说不清楚自己的主要工作是什么，有的同学说：“我们只是借鉴了这篇文章的方法！不知道自己做了什么。”其实你的工作已经很明显了，我想应该找不到正好研究比赛问题的文章，最多只能是一类问题，那么下面就是你的主要工作：为什么可以把这个模型用在这里，问题的不同地方你是怎么处理的，得到的结果或解决方案为什么对比赛问题有效。

另外，我觉得论文的题目也是增加论文获奖几率的有力武器。在检索文献的时候按标题检索是默认的方式，一篇有巧妙设计题目的帖子在论坛中会备受关注，同样，对于评委来说，论文题目是最初的印象，一个感兴趣的题目会引导他们仔细地读完全文。比如：09 年 MCM 中 A 题的一篇特等奖论文的题目是“Three Steps to Make the Traffic Circle Go Round”。看到这个题目你有什么想法？是不是有一种一看究竟的冲动？

## 6、写在最后

2010 年，对于数学中国来说又是一个新的开始，我们在 1 月初成功获得了电子公告服务的许可，这在国内很多非官方的学术论坛中并不多见。这也体现了工信部对于我们扎根基础学科，服务大学生的办站理念的充分认可，是对我们今后发展的再一次鞭策。借着这股东风，在小帅的策划下，我们隆重推出了这四期培训课程，显然课程的内容不是要取代各学校的赛前培训，而是要专注于一些常规培训中不方便涉及的方面，力图展现全新的建模理念。由于时间和地域的关系，我们的准备还是不够充分，一些内容和方法还没有办法涉及到。希望广大网友能够给与支持和理解。数学建模是数学的原动力，是一个永远都说不完的话题，我希望大家不要只关注比赛，去享受数学建模的乐趣，去关注数学中国，这里永远有你想要的！