

如何在全国大学生数学建模中胜出^{* 1}

李顺勇 闫卫平 张晓琴

(山西大学 数学科学学院, 山西 太原 030006)

摘 要 全国大学生数学建模竞赛已经成为高等院校学生在校期间展示自身能力的一个平台。这项高水平的竞赛引起了全国越来越多高校的重视, 它已成为全国高校规模最大的课外科技活动之一。基于历年建模竞赛的经验, 本文分析了参加数学建模必须具备的知识结构、队员的组合和论文如何写作, 旨在提出一些合理化建议和一些有效方法, 使得优秀的团队能在数学建模竞赛中胜出。

关键词 建模竞赛; 模型; 团队精神; 胜出

中图分类号 G642 文献标识码 A

How to Win in China Undergraduate Mathematical Modeling

LI Shun - yong , YAN Wei - ping , ZHANG Xiao - qin

(School of Mathematical Sciences , Shanxi University , Taiyuan , 030006 , China)

Abstract: China undergraduate mathematical contest in modeling has been a platform for college students to show their ability. The high - level contest has attracted more and more attention from universities and colleges , and it has been the largest extra - curricular science and technology activity in universities and colleges throughout the country. Based on the experience of contests in modeling for many years , the paper analyzes the knowledge structure for participating the mathematical modeling , the combination of players and how to write thesis , which aimed at proposing some reasonable suggestions and effective methods , so that excellent team can win in the mathematical contest in modeling.

Key words: contest in modeling; model; team spirit; win

全国大学生数学建模竞赛(以下简称建模竞赛)是教育部高等教育司和中国工业与应用数学学会共同主办的面向全国大学生的群众性科技活动, 目的在于激励学生学习数学的积极性, 提高学生建立数学模型和运用计算机技术解决实

际问题的综合能力, 鼓励广大学生踊跃参加课外科技活动, 拓宽知识面, 培养创造精神及合作意识, 推动大学数学教学体系、教学内容和方法的改革。目前, 全国大学生数学建模竞赛已经成为高等院校学生在校期间展示自身能力的一个平

* 收稿日期 2011 - 08 - 10
资助项目 国家自然科学基金(项目编号: 61175067); 国家自然科学基金(项目编号: 41101440); 山西省专项教育基金(项目编号: 20102003); 山西省专项教育基金(项目编号: 20112001)
作者简介 李顺勇(1975 -) 男, 山西大同人, 副教授, 主要从事数据挖掘和统计机器学习研究。

台。在这个平台上,大学生们不仅可以运用数学方法和计算机技术解决实际问题,更重要的是能锻炼他们分析问题、解决问题的能力,同时也开拓了知识面,培养了创新思维和团队意识。近代计算机技术的日新月异,高速、微型计算机的惊人发展及软件智能化的快速进步,为数学的发展提供了强有力的工具。数学建模又恰好为数学的实际应用搭建了一个良好的平台,而高校开展这一活动又为学生们将来用数学知识解决实际问题描绘了美好蓝图。

显然,这项高水平的竞赛引起了全国越来越多高校的重视,它已成为全国高校规模最大的课外科技活动之一。实践证明,教育部这一举措是培养跨世纪高水平应用型科技人才的一项强有力的措施,极大地推动和促进了高校人才的培养质量。为此,我们共同关心的是:大学生具备了什么样的素质、知识水平和能力才能在数学建模竞赛中胜出?本文基于这样的问题,分析了参加数学建模必须具备的知识结构、队员的组合和论文的写作,旨在提出一些合理化建议和一些有效方法,使得优秀的团队能在数学建模竞赛中拔得头筹。

一、前期知识储备

由于数学建模本身所需解决问题的复杂性,从而要求大学生必须要有坚实的数学基础。数学建模的核心是数学,而重点通常是最优化理论、微分方程及其数值方法理论、概率论和数理统计等相关知识。因此,学生们除了必须掌握高等数学、概率论、线性代数等相关基础知识外,还需要有运筹学、差分方程、计算数学、图论等其他相关知识。具体来说,最优化理论侧重于从整体上把握问题,适用于建立大的框架;微分方程则能反映模型中某些局部问题的物理规律,要得到微分方程的解析解通常很难,大部分方程应借助于相应的数值方法来求解;概率论和数理统计在数学建模中的作用更为重要,无论是在处理数据还是在建立模型的过程中都不可或缺^[1]。这些知识在竞赛前必须了解,若想掌握最好,在竞赛中能用上,就要知道能在哪些文献和资料中迅速

找到。

二、队员结构

数学建模竞赛要求以队为单位参赛,每队3人,专业不限。那么,以怎样的队员结构出现才更有胜出的可能?

由于数学建模的核心是数学,建模过程中通常要用到最优化理论、微分方程及其数值方法理论、概率论与数理统计这几个方面。因此,尽可能让不同专业、不同能力、有不同素质的3名学生组成小组,以利学科交叉、优势互补、充分磨合,达成默契,形成集体智慧。同在一个专业的学生,由于专业知识的熏陶,在思维方式等方面,已经有了一定的思维惯式,这时,不同专业学生间思维方式的碰撞,会给解决问题带来新的思路 and 想法。^[2]队员间要时刻树立“团队精神”,它可以激发学生的集体荣誉感,增强合作意识。作为一个团队,必须要根据每个成员的特长和兴趣,合理分工,明确各自的研究重点和主攻方向。一般3人分工的侧重点是:一人负责数学模型的建立、推导,需要数学能力较强;一人负责计算机应用编程,有较熟练的数据处理能力;一人负责论文写作,具有较强的写作能力,熟练掌握 word、latex 等排版工具。在团队中有两种人是必需的,一个是对建模熟悉,对各类算法理论熟悉,在了解背景后,能对此背景下的各类问题建立模型,设计求解算法;一个是能将算法编制程序予以实现,求得最终结果。另外,如有可能,最好找一个专门写作的人(能在相关专业找到最好),大多数队伍往往会忽略写作这一部分,以为只要模型建立得好,随便写写便能拿奖,这是一个很大的误区。因为论文是所有建模期间工作的体现,如果论文写得不好,功亏一篑是完全有可能的。从历届获奖的论文来看,并不是随随便便写完就算了,要不断地修改,修改到团队“非常”满意、修改到可以发表在数学期刊中的水平才可以。当然了,团队中的分工并不是绝对的,一个好的团队是孕育成功的摇篮。团队成员要从全局出发,讨论中遇到思想的碰撞时,不要固执己见,应该取长补短,将3个人的

能力充分发挥出来,这样才能达到好的效果,才能出彩!

另外,一只参赛队伍中,3个队员的性别因素也应考虑,男女同学在生理、思维方式、思维灵活度等方面具有明显的区别。所以,一支参赛队伍中,至少要有一名男生(或女生),才能够弥补他们由于性别不同而带来思维和行为上的差异。

三、关于竞赛

(一) 赛前准备

建模竞赛开始前一天,主要是做一些准备工作。准备好笔和纸,以便随时记录思想的火花;选择好场地;必备的书籍、资料;计算机(至少两台),联上网、调试好计算机;安装必要的程序,如 Matlab、CAJ、PDF、SAS、LINGO 等。这段时间相对比较轻松,没有什么压力。这里我们着重提一下计算机在数学建模中的应用。

正是有了计算机,数学建模活动才有了更加广阔的发展空间。数学建模与生活实际密切相关,所收集到的数据量很大且比较复杂,往往伴随着计算量也很大,而计算机高速的运算能力,非常适合数学建模过程中的数值计算。数学建模过程中需要经过模型假设、模型建立、模型求解、模型分析与检验、模型应用等几个步骤,在这些步骤中处处伴随着计算机的使用。计算机的应用,不仅方便我们在互联网上迅速查到有关建模问题所涉及的相关资料、知识和文献,而且计算机中各种软件的使用也加速了我们对数据的处理、模型的求解、检验模型^[3]。例如,Mathematical 的符号计算能力较强; Matlab 在数值计算、矩阵计算和图形绘制方面更有优势; Lingo 用于求解线性规划和二次规划; SAS 提供许多数据库查询统计功能,在概率和统计的经典处理计算方面提供了丰富的函数支持等等^[4]。在建模时需要查阅大量的文献及相关资料,因此,参赛选手应掌握利用互联网查询文献的能力;应了解信息检索基本知识、电子图书浏览的基本方法、掌握中文全文数据库包括中文学术期刊全文数据库,包括:维普中文科技期刊数据库、万方数

据,西文全文数据库 Elsevier Science 等网上资源的检索方法;能快速通过搜索引擎 baidu、google 等检索文章,迅速、准确地找到所需的资料和文献,节省有限的时间,同时掌握更多的第一手资料^[5]。

(二) 竞赛期间

竞赛第一天拿到题目后,应潜心研究,吃透题意,冷静确定题目^[6]。建模竞赛的题目一般来源于工程技术和科学管理方面经过适当简化加工的实际问题,不要求参赛者预先掌握较深入的专门知识,因此,参赛者有较大的灵活性来发挥他们的创造力。而比赛的最终结果是根据题目要求,完成一篇包括模型的假设、建立和求解、计算方法的设计和计算机实现、结果的分析和检验、模型的改进等方面的论文。竞赛评价以假设的合理性、建模的创造性、结果的正确性和文字表述的清晰程度为主要标准。

本科组竞赛提供的题目分 A 题和 B 题,各队根据自身的实际情况从中选择一题,要做 3 天的题目切忌随随便便就做出抉择。两道题目表面上难度虽然相差不大,但关系到队员们在随后的几天竞赛中是否能够顺利的、以最好的状态交出自己的作品,这样就更需要慎重、仔细地分析题目。选题主要是考虑题目的发挥余地、团队的自身优势及其他因素。因为稍有差池,就难以达到理想的效果,最好能在第一天上午(或下午)定出所要做的题目。选好题后,应义无反顾地做下去,在讨论建模思路和求解方法时,会时不时有争论,但不能无休止地讨论、久议不决,而应学会妥协。选定了赛题之后,全队就要齐心协力、全力以赴地去实施。一般不要轻易换题,因为只有 3 天时间,否则会白白浪费宝贵的时间。同时还要注意, A、B 题的选择要尽量均衡,因为将来的评奖是按比例分配的,因此,需要指导教师统筹规划本单位的选题,尽量避免过度拥挤。

第一天下午(或晚上)主要是开始对题目进行缜密的分析,并试着建立一些初步的模型。最初的模型一般离要求都比较远,关键是不断的修正、优化。这段时间心态一定要平和,戒骄戒

躁。经历一个时间段,不断地对问题进行尝试,这会使大家对原题的题意分析得更为透彻,为良好模型的搭建奠定基础。晚饭后(或第二天早上),开始对照原题的模型,初步建立与最终结果相差不大的模型。第二天的主要工作是对初步建立的模型进行解答,并通过解答来进一步改善所建立的模型。任何事情都不是一蹴而就的,模型的解答是整个建模过程的重头戏,因为模型建立好后不一定就能解出来;能解出来,又不一定符合实际情形,如果不符合实际情况就需要及时对原模型进行修改,然后再解,如此反复直至得到的结果符合实际情况为止。第三天的工作跟前面类似,主要进行程序的调试、模型的进一步修改和论文的集中讨论、定稿。这一天更为紧张一些,因为所有的成果都要在这一天全部完成。整个建模过程中的时间安排上要尽可能的合理,做到张弛有序,不要出现一段时间闲得无所事事,一段时间忙得不可开交的情况,成功的关键取决于事半功倍。

建模竞赛中不要怕出现意外结果,患得患失是万万要不得的。数学建模这种竞赛中出现意外的结果是很正常的,它会给我们很多有益的启发。出乎预料的结果既然出现了,就有它的原因,它的出现为我们扩大了可研究面。另外,不要在一些细节方面输给对手。整个数学建模竞赛比的是一种综合能力,不要以为自己结果好就可以了,一些对手忽略的地方恰恰是我们最能出彩的地方,这样才可以在同等条件下使自己的作品脱颖而出。实际上,评委只看参赛选手最后的论文,大有“一文定乾坤”的味道,所以有必要注意不要在论文的一些细节上“马失前蹄”,尤其在论文的写作上,不要像解数学题那样,一串式子后面来一个结果。这样呆板的论文肯定是不行的,要注意写得“有理有据”、“以文服人”,把自己的研究成果顺顺当当地写出来。还要特别注意排好论文的版式,尽量在整体上给评委们一个良好的印象。

数学建模一般由3个人共同完成^[7]。因为数学建模本身并不是个简单的问题,仅凭一个人的力量很难完成,需要3个人相互协作、取长补短,

共同完成^[8]。要求学生们要善于与其他同学交流,乐于听取别人的意见,共同切磋,找到较好的模型以及解决问题的最好方案。比赛是一个群体性的活动,一定要注意发挥群体优势。团队精神是数学建模能否取得好成绩的最重要的因素之一。

四、论文写作

讨论中会有很多思维“火花”产生,此时,应将这些火花迅速记录下来,作好笔记,保存好数据^[9]。完成一篇优秀的建模论文是需要时间的,不能在最后一天才开始赶写论文,那样是写不好论文的。所以,比赛期间应随时将阶段性成果输入电脑。本科组的赛题特点是数据较繁杂。现阶段,竞赛越来越重视考查学生用数学软件处理数据的能力,在处理数据时,应将文件分类存档,不管最后决定用不用这些数据,都应将它们随时存入电脑,以备不时之需。如果思路很清晰,在第二天,便可以着手撰写论文初稿,最晚也要在第三天上午开始撰写。

论文属于科学性文章,应严格按比赛要求的格式撰写,切忌随心所欲。通常,论文主体包含以下部分:摘要、问题提出、模型假设、符号说明、问题分析、模型建立、模型求解、结果分析、模型的评价与推广、参考文献、附录。写作时要注意使用数学术语,言简意赅,尽量避免使用口头语。评奖时,摘要是考察的一个重要指标,它是一篇论文的概括,其中一定要包括模型建立的方法、思路和结论,尤其是自己的创新点,它的好坏直接决定了能否吸引评委的眼球。因此,摘要一定要写好、写到位。摘要的写作,包括撰写的论文,主要是条理清楚,逻辑清晰,语言上用词准确,把思路明确地表达出来,不必刻意对某些字句反复的推敲。

一篇好的论文要有自己的特色,是集体智慧的结晶。翻看历届建模竞赛的优秀论文,我们会发现:同一个考题的几篇优秀论文甚至连答案都不一样,却同样都优秀;优秀论文虽然有时也会被专家在评阅意见中指出一大堆毛病,却仍不失为优秀。那是因为数学建模是对某个实际问题简

化后加以解决,所以结果常常没有绝对的正确与错误,论文也没有绝对的优秀,但这并不是说数学建模竞赛就没有是非和好坏的标准。论文中各种不同意见、不同答案可以并存,只要能够言之成理,符合实际情况就行。但如果像解答纯数学题那样按部就班地做,只有数学公式和计算,而讲不清实际问题是怎么变成数学公式、数学模型的,也不让计算结果再接受实际检验,即使答案再正确、论文写得再漂亮,论文也恐怕很难评上好的等级。这恰恰是因为,它是数学建模竞赛,而不仅仅是一次解数学题。

五、结束语

宝剑锋从磨砺出,梅花香自苦寒来。要想在全国大学生数学建模中胜出不可能一蹴而就,前期需要做许多准备工作,而指导老师后期需要对每次的成败加以总结。只有这样,才能在吸取经验和教训的基础上为下一次的竞赛做充分的、有针对性的指导,使学生们在竞赛中取得良好的成绩。同时,我们一定要牢记,竞赛是一个群体性的活动,一定要注意发挥团队精神。“精诚团

结,金石为开。”

参考文献:

- [1]姜启源,谢金星,叶俊.数学模型[M].3版.北京:高等教育出版社,2003.
- [2]李以渝.数学建模思维方法论[J].大学数学,2007(5):124-128.
- [3]李大潜.将数学建模思想融入数学类主干课程[J].中国大学教学,2006,1(1):9-11.
- [4]谭永基.将数学建模思想融入通识教育数学核心课程[J].高等数学研究,2009,12(2):8-12.
- [5]李炳照,王宏州,孙华飞,等.数学建模思想融入数学类课程的思考与实践[J].高等理科教育,2006,69(5):32-34.
- [6]李明振,喻平,庞坤.数学建模策略的教学原则[J].高等理科教育,2009,87(5):78-80.
- [7]李大潜.中国大学生数学建模竞赛[M].3版.北京:高等教育出版社,2008.
- [8]王茂芝,郭科,徐文哲,等.数学建模中的角色转换探讨[J].电子科技大学学报:社科版,2008(5):38-40.
- [9]韦程东.指导学生参加全国大学生数学建模竞赛的探索与实践[J].高教论坛,2007(1):27-29.

(责任编辑 高燕平)

(上接第82页)

- [2]昌晓莉.论高校通识教育的课程改革与教学[J].中国成人教育,2008(16):125-126.
- [3]陈菊梅.论大学物理教学对学生创新思维的培养[J].高等教育研究学报,2006,29(3):23-25.
- [4]彭刚,何焰蓝,丁道一,等.开放式学生物理创新实践基地运行模式的实践与探索[J].高等教育研究学报,2011,34(2):74-76.
- [5]何丽娟,卢鑫.大学物理教学改革的探索与实践[J].教育探索,2007(2):55-56.
- [6]竺长军.浅谈当前国内高等成人教育存在的问题和应对措施[J].成人教育,2010,30(4):47-48.
- [7]何军锋,姚军财,潘宏利,等.基于实验中心的物理实验模

块化管理研究与实践[J].实验技术与管理,2011,28(10):112-114.

- [8]张锡娟,孙锦如,于凤云,等.地方综合性大学理工科《大学物理》教学情况调查[J].江苏教育学院学报:自然科学版,2011,27(2):3-6.
- [9]李秀平,杜磊.非物理类大学物理教学改革的新实践[J].教育理论与实践,2007,27(2):58-60.
- [10]潮兴兵,刘坚强,魏健宁.大学物理课程内容与教学模式整合目的、方法及要点[J].大学物理,2010,29(2):47-51.

(责任编辑 高燕平)