

# 基于“N+K+M”机制学科竞赛训练模式的研究

刘 华 刘晶晶 臧利萍\* 王 炜

郑州航空工业管理学院, 中国·河南 郑州 450046

**【摘要】**根据培养人才“立德树人”需求,融合“创新实践、学科竞赛”,完善大学生创新能力与学科竞赛机制融合,本文依托数学建模竞赛特点,以学生创新能力培养为中心,采用“N+K+M”培养选拔式机制,基于“传帮带+请送”模式,针对指导教师专业性进行迭代提升整体基调,学院领导全方位支持为辅,详细规划赛前训练模式,针对模型构建、问题求解及结果分析、论文撰写能力、团队合作等方面,融合“四题十论”训练框架强化培训,促使学生在竞赛学习过程中培养核心价值观,提高学生知识能力素质三位一体培养。

**【关键词】**学科竞赛; 数学建模; 赛前培训; “N+K+M”机制

## 1 绪论

“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”、数学建模、电子设计、程序设计等学科竞赛在高校激烈进行,激励学生专业知识实践化,提高程序编写、算法解析、软件开发应用等专业技能。竞赛要求将理论知识应用于实际项目,通过创新方法解决实际问题,培养学生创造性解决问题的能力。提升学生实践操作能力。激发学生的创新思维,鼓励提出新想法、新方案或新技术。

根据学院学科竞赛列表数据分析可知,89%的学科竞赛涉及到团队合作,如何合理分工协作,培养学生团队精神和沟通能力,促进学生跨学科交流与合作。此外,竞赛结果可为教育者提供反馈,帮助教育者了解教学方法和课程设置的

效果。以全国大学生数学建模竞赛为例,该竞赛始于1992年,由中国工业与应用数学学会主办的面向全国大学生的跨学科竞赛,旨在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,被称之为“高教社杯”全国大学生数学建模竞赛<sup>[1]</sup>。据最新数据统计,2023年,共有来自中国、美国、澳大利亚、马来西亚的1685所院校、59611个团队(本科54158队、专科5453队)、近18万人报名参赛<sup>[2]</sup>。

此外,众多数学建模竞赛层出不穷,如“亚太杯”、“MathorCup杯”、“华数杯”、“电工杯”等数学建模挑战赛。日益多样化数学建模竞赛激发学生创新能力、学习兴趣,“以赛促教”“以赛促研”初具规模,部分高校学科竞赛培训构成体系化教学。

## 2 研究现状分析

依据我校近五年数学建模竞赛数据分析可知,参赛者

92%为大二、大三理工类学生。该学生特点如下:(1)学生逻辑思维与抽象能力有所提升。学习大学数学相关课程基础,如数学分析、高等数学(微积分)、线性代数、概率论与数理统计、数学实验等;学生逐渐适应数学的抽象性,针对课程中的逻辑推导和符号运算能力显著提高,可将实际问题转化为简单的数学模型;(2)学生学习动机功利化。数学知识基于应试型学习模式,存在学生为应付考试突击学习,忽视长期知识体系的构建,灵活应用数学知识构建复杂数学模型以解决实际工程问题的实践机会很少。(3)学生间合作与表达欠缺。小组学习中分工协作能力不足,数学报告的撰写与展示能力较弱。习惯被动听课,课堂互动和提问积极性较低。因此有必要在竞赛前组织培训。

学生初次参加数学建模存在一个共性问题,看着题目知道大致方案,但不知如何采用数学模型,做题过程中不能及时采用合适算法,数据分析软件欠熟悉。数学建模竞赛是促进学生如何将数学知识解决实际工程问题的能力,并在处理实际问题中激发创新能力<sup>[3]</sup>。

调研国内近100所高校,79%的学校有赛前培训活动,方式方法有所不同。其中学校统一开设数学建模培训班占比11.7%;院系结合自身专业开设数学建模培训班占比29.3%;以教师线上分享资料为主学生训练为辅、占比27.6%;以学生自学为主、教师固定几次辅导为辅占比12.8%;以学校建模协会社团组织为主、学生组队自学占比7.4%。依据数据可知,是否选择赛前培训以及赛前培训方案如何制定显得尤为重要。

## 3 改进方案

通过竞赛培养学生知识能力素质三位一体能力,具体方

案制定从参赛者删选、参赛者知识体系构建、指导教师培养三个维度进行立体化深度改进。

### 3.1 选拔组队成员是竞赛培训的前提

数学建模需要成员具有扎实的数学基础、良好的英语水平和创新思维,更需要团队协作和实践能力的结合。选拔热爱数学建模的学生组队参加大学生数学建模竞赛赛前培训是确保竞赛成功的关键一步。如何实现数学建模竞赛赛前培训的优化和提升,使得在激烈的竞赛中取得更加优异的成绩,具体方案:

基于近几年的竞赛实战数据和调研分析,本文提出成员选拔采用“N+K+M”机制,即N(初步筛选层)→K(能力提升层)→M(实战优化层)。

#### 3.1.1 N层筛选:基础能力评估

选拔对象首先为往届获奖者,根据历年参赛者信息分析,已参加过数学建模竞赛并获奖的参赛者再次获奖概率高达89%,参赛者获奖名次高于之前的占比为66%。其次是首次报名学生,该部分学生需通过数学测试与编程考核。筛选标准依据如下:

数学测试:微积分/数理统计/线性代数;

编程基础:MATLAB/Python应用能力;

英语水平:CET-4分数大于450。

#### 3.1.2 K层培训:分阶段能力强化

经过N层筛选,参赛者具备一定基础能力,但对于大赛的专业知识有待提升,故将K层分为三个阶段,根据不同阶段安排培训内容和考核指标,具体如下:

阶段	培训内容	考核指标
基础期	数学模型构建理论	经典案例复现完成度
进阶期	数值算法与编程实现	算法效率优化率
冲刺期	跨学科问题解析	创新性解决方案占比

#### 3.1.3 M层优化:模拟实战与团队适配

经历过K层培训后,参赛者具备一定的专业知识,但并没有实际的参赛经验,如何应对比赛中的各类问题,首先开展3+2训练(48小时全真演练),3轮模拟竞赛和2轮国际赛事的实战。

其次根据比赛进行动态评估,评估指标如下:

角色适配度(建模/编程/写作分工合理性)

协作效率(任务衔接时间损耗率)

抗压能力(突发问题解决响应时间)

通过“N+K+M”层培训,结合各项考核的完成度情况,进行多维度分析,选拔侧重点在于核心素质要求,首先通过开放性命题答辩评估考察参赛者的创新思维;其次给定数据集的模型构建速度评估参赛者理论转化能力;最后依据同伴互评得分 $\geq 90\%$ 的团队贡献度。

“N+K+M”层培训过程中采用动态淘汰规则,每阶段设置10%-15%淘汰率;依据能力互补等多维度考虑允许跨组重组。依托“N+K+M”机制选拔数学建模的参赛者,为后续竞赛培训构建良好的条件。

### 3.2 科学系统竞赛培训方法是竞赛培训的内核

经过多年来参加全国各类大学生数学建模竞赛摸索,教师指导组针对大学生数学建模竞赛构建科学系统的培训体系。

培训采取“四题十论”法,将算法分为四个主题,每周一个主题,每一个主题2到3个论证,促进算法和数学软件应用能力提高。在分组练习阶段,应避免组内分工过于明确,既要各有侧重,又要强调通力协作,让每位学生都能够多方位进步。针对多方面能力的培训方案如下:

#### 3.2.1 模型建立与问题分析能力的培养

在竞赛中,建立合适的数学模型至关重要,统计数据显示,未经过培训30%学生无从下手,40%学生随机选择模型,30%学生依据网络资源、书籍等选择较为合适模型。依据网络资源、书籍等方式的学生中根据不同的耗时情况统计可得:37%学生耗时两天选择合适模型,31%学生耗时一天半选择合适模型,23%学生耗时一天选择合适模型,9%学生耗时半天选择合适模型。

分析近十年竞赛题目可知,题目涵盖传统文化、社会实践或科学研究等现实问题。题目类型多变,涉及背景复杂。因此,培养查找资料和专业文献能力尤为重要。对于初学者而言,确定模型方案后,可能会遇到实际执行中的困难,因其缺乏相应的知识储备,针对聚类分析、遗传算法或相关性分析等任务时不知从何下手。除熟知十大算法外,还应具备一定的统计方法知识。虽然不可能也没必要掌握所有知识,但必须具备快速搜索和应用相关知识的能力,以便在较短时间内找到并应用所需的知识。此外,平时的知识积累同样重要。

#### 3.2.2 问题求解与结果分析能力的培养

求解模型极具挑战性,无论新手还是经验丰富的建模者,都可能在求解过程中遇难题。该模块练习至关重要。

求解模型本质上是算法应用的过程。目前常用数学软件包括MATLAB、Mathematica、LINDO/LINGO、Maple、SAS和SPSS等,有时C/C++也是实用的工具。要熟练掌握这些软件的使用,需大量的实际操作练习。

模型求解之后是对结果的分析,包括正确性检验、误差分析、灵敏度分析等。该部分在平时培训时不断加强。近五年对初次参赛组调研显示,将近52%的同学模型建立后,心态上不自觉放松,忽略或轻视结果分析。

结果分析是模型完善的关键环节,它不仅可以提高模型的准确性和可靠性,还能进一步提升整体成绩,达到更高的水平。因此,对结果的分析应被视为建模过程中不可或缺的一部分。

### 3.2.3科技论文写作能力的培养

数学建模论文是构建理论研究与实际应用的关键桥梁,精准表达参赛者解决方案的思路及实施过程。建模竞赛的论文内容包括摘要、问题重述、问题分析、模型建立、模型求解、结果分析、评价与推广、参考文献等方面。要做到重点突出、层次清晰、表述准确而简洁。论文写作能力提高,需要多练多读。培训从六部分规划:模板和框架、图表和数据、专业软件、逻辑条理、参考文献、AI助手。通过研究和分析往年优秀论文,学习其结构、表达方式和论证逻辑,定期进行组内讨论、组间评审。

### 3.2.4团结协作能力的培养

数学建模竞赛是一项综合性学术活动,不仅考验参赛者数学知识、计算机技能、信息搜索能力,还对论文写作能力提出较高要求。由于竞赛的复杂性和高难度,通常要求参赛者以团队形式参赛,每个团队由三名成员组成。团队成员需要在数学、计算机应用、信息搜索和论文写作等方面各有所长,合理分工来发挥各自的优势。

### 3.3指导教师团队是学科竞赛培训的后盾

赛前培训中指导教师是核心。指导教师是保证培训效果和竞赛成功的关键因素。教师团队给予参赛队员建模知识和参赛技巧全面的指导,同时有意无意帮参赛队员树立信心。对于建模案例分析的细致独到见解,答疑解惑同学们疑难点。

#### 3.3.1竞赛指导教师的培训

指导教师的培训极其重要,学院开设数学建模竞赛指导教师培训班。此外,采用“请进来,送出去”的学习方式来提高我校指导教师水平,即将建模方面的名师、专家请

进来,也将指导教师送到其他高校、科研院所等团队进行短期培训,定期向历次比赛中取得优异成绩的外校专家进行请教学习。

#### 3.3.2竞赛指导教师的培养

近五年数据统计,学院指导教师组始终保持业务素质高、乐于奉献、具有团结协作的精神,每年3月份开始研讨学习,利用周六、日休息时间进行案例研学知识扩充增新。基于“传帮带”模式吸引教师加入,培养新进教师,指导教师队伍日益形成经验丰富的指导团队,新进教师在培养中日渐成熟并委以重任。

#### 3.3.3积极资助多类数学建模比赛

目前,除高教社杯数学建模大赛外,鼓励竞赛指导教师指导“亚太杯”、“华数杯”、“电工杯”等数学建模比赛,并提供一定的资助,对于学生获奖的指导教师给与一定的奖励。

## 4 总结

数学建模竞赛涵盖数学基础、算法实现、论文撰写等多项能力,本科生具备一定学习能力,但针对数学建模竞赛的专业性较薄弱,赛前深度能力培训尤为重要。学生能力是竞赛的强力基石,必须扎实且牢固,教师指导团队采取科学、合理、高效的指导和培训方法措施,强化学生能力提升,形成有利于创新创业人才培养的竞赛指导与培训方案。科学系统的培训方法针对模型构建、问题求解及结果分析、论文撰写能力、团队合作等方面强化培训,促使学生在竞赛学习过程中培养核心价值观,提高学生知识能力素质三位一体培养。

### 参考文献:

- [1] 王义康,王航平.数学建模竞赛培训策略研究[J].重庆科技学院学报(社会科学版),2009(10):196-198.
- [2] 杜洪波,陈岩,曲绍波.美国大学生数学建模竞赛培训的实践探索[J].黑龙江科技信息,2015(9):95-96.
- [3] 方刚,梁海华.在技术师范大学开展数学建模培训及组织参赛的策略研究[J].计算机教育,2018(49):36-37.

### 作者简介:

刘华(1980—),男,汉族,湖北襄阳人,硕士,讲师,研究方向:数据分析。

### 通信作者:

臧利萍(1984—),女,汉族,河南焦作人,硕士,讲师,研究方向:数据分析。