

# 面向数学建模竞赛的“一本四融”培训策略探究与实践

杨真真<sup>1</sup>, 杨永鹏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南京邮电大学理学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>南京信息职业技术学院网通学院, 江苏 南京

收稿日期: 2023年12月1日; 录用日期: 2024年5月27日; 发布日期: 2024年6月6日

## 摘要

数学建模竞赛是我国高校规模最大的学科竞赛, 对创新人才培养起着至关重要的作用。目前数学建模竞赛培训存在培训方式单一、没有统一培训策略指导、对创新人才培养内驱动力不足等问题, 针对这些问题, 构建了面向数学建模竞赛的“一本四融”培训策略, 该策略以数学建模竞赛为依托, 以培养学生创新能力为根本, 融合了竞赛赛题的常见题型、竞赛论文的撰写和写作注意事项、竞赛集训安排以及竞赛拓展与成效, 为高校数学建模竞赛培训提供了新思路, 赋能创新人才培养。

## 关键词

一本四融, 数学建模竞赛, 数学建模, 培训策略, 人才培养

# Exploration and Practice on the “One Center and Four Integrations” Training Strategy for Mathematical Modeling Competition

Zhenzhen Yang<sup>1</sup>, Yongpeng Yang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>School of Network and Communication, Nanjing Vocational College of Information Technology, Nanjing Jiangsu

Received: Dec. 1<sup>st</sup>, 2023; accepted: May 27<sup>th</sup>, 2024; published: Jun. 6<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

The mathematical modeling competition is the largest discipline competition in Chinese universi-

ties and plays a crucial role in cultivating innovative talents. At present, there are problems in the training of mathematical modeling competition, such as the single training method, lack of unified training strategy guidance, and insufficient internal driving force for cultivating innovative talents. In response to these problems, the “one center and four integrations” training strategy for mathematical modeling competition has been constructed. This strategy is based on mathematical modeling competition and aims to cultivate students’ innovative abilities. It integrates common types of competition questions, writing and writing considerations for competition papers, training arrangements, and the expansion and effectiveness of competition, providing new ideas for the training of mathematical modeling competition in universities and empowering the cultivation of innovative talents.

## Keywords

One Center and Four Integrations, Mathematical Modeling Competition, Mathematical Modeling, Training Strategy, Talent Cultivation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

数学建模竞赛是我国高校规模最大的学科竞赛,积极促进了创新人才的培养[1][2]。各高校都非常重视数学建模竞赛,会组织专业的培训团队,对参赛学生进行建模方法、建模软件和写作方法等的培训。目前,大多数高校的培训方式主要以数学建模方法、真题等为主要内容的传统单一讲授式教学,学生可能听得懂,但到真正竞赛时却不知如何下手。此外,目前关于如何进行数学建模竞赛培训相关的文献较少[3],已有的成果大都是围绕数学建模竞赛对创新人才培养方面的研究,没有具体给出到底如何进行培训以及培训的具体内容。基于此,结合多年的培训经验,构建的面向数学建模竞赛的“一本四融”培训策略,以培养创新人才为本,将赛题分析、论文撰写培训、赛题演练模拟与点评以及后续相关竞赛拓展研究四方面相互融合,该策略可以为高校数学建模竞赛培训提供一种新思路,为创新型人才培养提供保障。

准备参加数学建模竞赛的学生需要在校赛之前成功组好队,并且已经选修了 Matlab 数学建模、数学实验、以及 Python 语言程序设计等数学建模相关课程[4],通过校赛选拔出优秀的学生参加暑期集训。培训主要包括赛题分析、论文写作、真题演练、模拟点评以及后续相关的竞赛拓展研究等,其中论文写作的培训贯穿于整个真题点评阶段。竞赛培训锻炼了学生解决问题的能力、团结协作能力、信息检索能力、编程能力以及写作能力等,使得学生的创新能力和创新思维得到培养与提升。

## 2. 基于“一体四翼”的数学建模竞赛赛题分析

全国大学生数学建模竞赛赛题[5]从 2019 年开始共 5 道题,其中本科生组是前三道题,专科生组是后两道题,美国大学生数学建模竞赛共 6 道题型,分为 MCM 和 ICM,分别三道题,全国研究生数学建模竞赛从 2017 年开始赛题也是 6 道题。“一体四翼”的数学建模竞赛赛题题型是以实际应用为主体,以运筹优化、决策评价、控制预测以及判别分类为四翼[6],其类型如图 1 所示,很多赛题也可能是几个类型混合在一起出现。运筹优化型问题一般分为静态优化和动态优化问题,决策评价型问题根据指标权重的确定方法分为主观评价和客观评价问题,控制决策型问题根据需要预测的样本的大小分为大样本预测和中小样本预测,判别分类型问题分为判别分析和聚类分析问题。

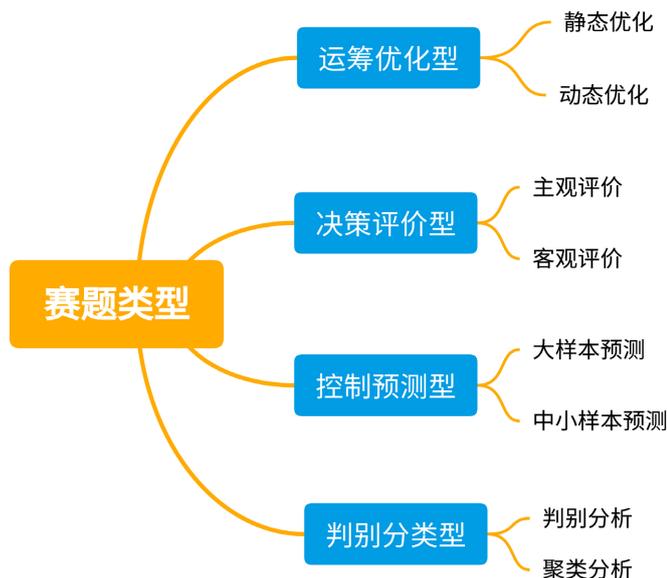


Figure 1. "One Body, Four Wings" mathematical modeling competition question type

图 1. “一体四翼”的数学建模竞赛赛题类型

## 2.1. 运筹优化型

运筹优化型赛题一般没有现成的方法可以直接套用, 需要根据赛题要求以及实际问题提炼出决策变量、目标函数和约束条件, 进而写出相应的优化问题, 并寻求相应解法。该类赛题的解题步骤为: 首先根据赛题要求确定优化目的, 其次寻找决策变量, 接着确定目标函数和约束条件, 最后给出最终的优化结果。解题过程锻炼了学生应用优化的视角解决实际问题的能力, 培养了学生的创新能力和创新思维。

建模时如果决策变量为整数, 一般采用整数规划; 如果决策变量被限制为 0 或 1, 一般采用 0-1 规划; 如果目标函数和约束都是线性的, 采用线性优化模型; 如果目标函数或约束条件包含非线性函数, 采用非线性优化模型; 如果是以时间为划分阶段的动态优化问题则采用动态优化模型。模型求解时, 如果是凸优化问题, 可以采用最速下降法、随机梯度法、动量梯度下降法、拉格朗日乘子法、增广拉格朗日乘子法、拟牛顿法以及交替方向乘子法[7]等; 如果是非凸优化问题, 可以采用粒子群算法、模拟退火算法、遗传算法、蚁群算法、搜索算法及其变体等各种启发式智能算法, 也可以采用交替方向乘子法。

## 2.2. 决策评价型

决策评价型赛题的解题步骤为: 首先采用系统分析法、同向化处理和指标无量纲化处理等选择合适的评价指标, 然后确定各个指标的权重, 最后评价生成最终的结果。确定权重的方法可以采用专家法、相邻指标比较法、模糊综合评价法和层次分析法等主观评价方法, 也可以采用秩和比法、TOPSIS 综合评价法、主成分分析和熵权法等客观评价方法。评价生成最终结果可以采用相关系数法、算术平均法或几何平均法等方法。解题过程培养了学生解决实际问题的能力、数据处理能力、决策能力和综合评价能力等。

决策评价方法很多, 当样本数较少、评价指标较少时, 一般采用层次分析法; 当样本数较少、样本之间具有时间序列特性时, 一般采用灰色关联分析法; 当指标较多、各指标之间保持独立时, 一般采用 TOPSIS 综合评价法; 当是经济领域多因素、多层次的复杂问题时, 一般采用模糊综合评价法; 当是多种投入和产出的评价问题时, 一般采用数据包络法; 当是新颖的评价问题, 传统方法很难或无法获得权重时, 一般采用基于神经网络的方法, 尤其是样本较大时一般采用基于深度学习的方法。

### 2.3. 控制预测型

控制预测型赛题的解题步骤为：首先根据赛题要求确定预测目的，然后搜索和审核相关资料选择合适的预测模型和方法，接着分析预测误差，根据误差对预测模型进行改进，最后给出最终的预测结果。解题过程培养了学生解决实际问题的能力、根据误差调整参数改进模型的能力、控制预测能力等。

控制预测类模型很多，当样本数较少、进行中短期预测时，一般采用灰色预测模型；当预测变量随时间变化，进行中长期预测时，一般采用时间序列预测模型；当自变量和因变量之间具有逻辑相关性时，一般采用回归分析预测模型；当系统未来时刻的情况和现在相关和过去无关时，可以采用马尔科夫预测模型或因果时间卷积模型；当样本数据量较大时，一般采用决策树、集成模型或基于深度学习的预测模型。

### 2.4. 判别分类型

判别分类型赛题的解题步骤为：首先根据赛题要求确定分类目的，然后根据要分类的数据特点选择合适的分类模型和方法，最后给出最终的分类结果。解题过程培养了学生数据处理能力、分类判别能力以及解决问题能力等。

判别分类模型分为判别分析和聚类分析两大类。判别分析是类别已知，判断样本属于那个类别。常见的判别分析有 Fisher 判别法、Bayes 判别法、距离判别法和最大似然法等。聚类分析是将样本划分为若干类别的过程，样本的类型事先不知道。聚类分析可以分为 Q 型聚类和 R 型聚类，分类对象不同，分别是针对观测样本和变量进行分类。常见的聚类分析方法有模糊聚类、K-均值聚类、两步聚类等。此外还有基于机器学习的分类方法例如决策树、支持向量机和随机森林等。

## 3. 基于“三位一体”的数学建模竞赛论文结构

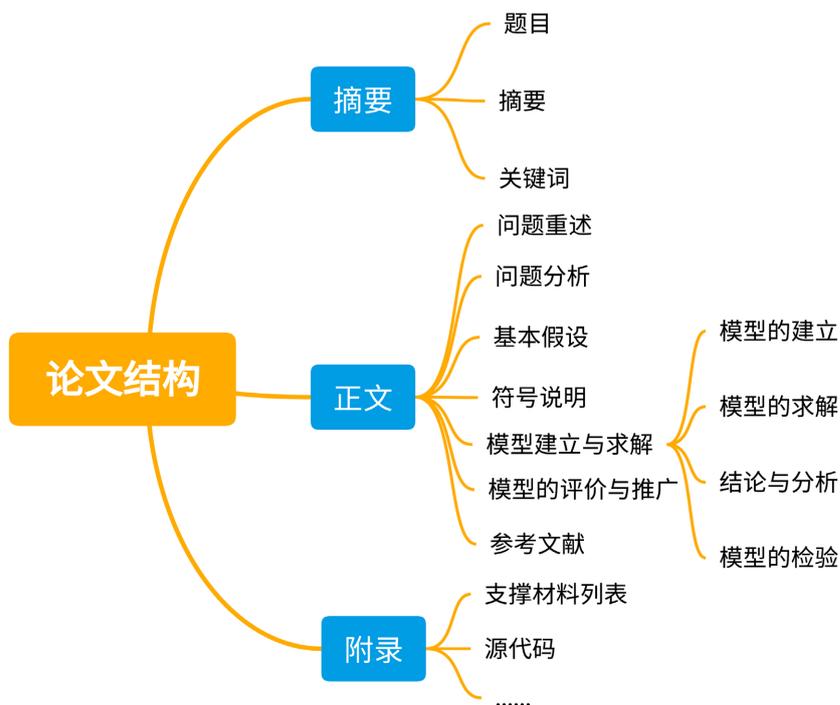


Figure 2. “Trinity” mathematical modeling competition paper structure  
图 2. “三位一体”的数学建模竞赛论文结构

数学建模竞赛要求参赛者根据题目要求, 提交一篇优秀论文。撰写的论文要前后连贯、系统完整, 一定要回答所有问题。但要注意数学建模论文撰写不是解应用题, 不能写成问答式的“八股文”。数学建模竞赛论文的撰写培养了学生科技论文写作能力、团结协作能力、归纳总结能力、发散思维能力、学以致用能力以及突出重点打造亮点的能力等。撰写的论文包括摘要、正文和附录三部分[8] [9], 其框架如图 2 所示。

### 3.1. 摘要部分

摘要部分非常重要, 要单独成一页, 包括题目、摘要和关键词三部分。

#### 1) 题目

题目是一篇论文的眼睛, 要体现准确性、简洁性和创新性。论文题目首先要准确体现论文的主题, 文题一致; 其次要简要概括论文的主要内容, 简明扼要、提纲挈领, 字数不能太多; 最后论文题目要有一定的创新性, 要能吸引评委的眼球。

#### 2) 摘要

摘要是整篇论文的高度压缩, 文字要精练, 表达要准确, 尽量不要出现公式、图或表格。采用第三人称、单数、被动语态、现在完成时进行写作。

#### 3) 关键词

一般 4~6 个, 是摘要中出现的具体的规范的数学名词, 可以是表示模型的词, 也可以是表示求解方法的词。

### 3.2. 正文部分

正文部分是论文的核心内容, 包括问题重述、问题分析、基本假设、符号说明、模型的建立与求解、模型的评价与推广以及参考文献。

#### 1) 问题重述

问题重述包括背景介绍和提出的问题, 务必不要直接从所给竞赛题目中复制粘贴过来, 需要对所给题目进行理解后重新组织语言写出来, 要用自己的语言对需要解决的问题进行描述, 要言简意赅。

#### 2) 问题分析

问题分析要求尽可能详细, 时态为将来时, 每段不要过长, 不要给出结果。先有一段话的总分析, 主要分析各个问题之间的关系, 然后针对每个问题进行分析。

#### 3) 基本假设

忽略实际问题的次要因素, 作合理简化与假设, 将实际问题转化成数学问题进行解决。所做的假设必须合理, 符合实际情况, 不能脱离实际。假设的常见情形包括题目里明确给出的假设、仅考虑问题关键因素, 不考虑次要因素的假设、为了简化模型而做的假设、模型需要满足的假设以及对模型中的参数或分布进行的假设等。

#### 4) 符号说明

主要是把所建立的模型中的数学量等用符号表示出来, 并加以说明, 最好以三线表格的形式给出。要求同一个量只能用一个符号表示, 一个符号也只能代表一个量。

#### 5) 模型的建立与求解

模型的建立与求解是论文的核心内容, 要逐问题进行解答, 要分章节, 可以采用二级和三级标题的形式, 要内容充实、主题明确、格式规范、图文并茂、体现创新性。主要包括模型的建立、模型的求解、结论与分析以及模型的检验四个部分。

#### a) 模型的建立

通过前面的假设已经将实际问题转化成了数学问题了, 接下来就需要选择合适的数学方法来求解, 模型的建立是手段, 不是目的, 建模过程不同于解数学应用题。通过查阅相关文献资料, 选取合适的建模方法, 并对其进行修改使得可以对赛题正确建模。注意一定要清楚所采用的建模方法的使用前提、优缺点以及注意事项。例如如果针对的是小样本数据, 一般不能用深度学习的方法, 基于深度学习的方法一般需要大量的数据进行训练才能使得模型的性能较好。值得注意的是, 建模方法不能为了所谓的高大上搞得太复杂, 给模型的求解带来困难, 甚至导致无法求解。

#### b) 模型的求解

模型的求解要说清楚采用的求解方法的依据和过程, 即要说明为什么采用这种方法, 而不采用其他方法进行求解, 还要给出具体详细的求解步骤。注意具体的求解方法不是某种方法的简单介绍, 而是采用这种方法对赛题具体怎么求解。切记不能写由某个软件进行求解, 软件只是借助的工具, 背后的原理要写清楚。

#### c) 结论与分析

对于求解的结果借助于图、表和一些可视化工具来表示, 并对结果进行相应的分析, 力保细节丰富、结论明确。切记结果不要仅是图和表的罗列, 务必对每个图和表进行分析, 分析图和表的数据结果是否与实际问题相符, 符合的程度如何等, 并对结果给出总结性的结论。

#### d) 模型的检验

数学模型只是实际问题的特征或规律的近似表达, 往往不存在闭式解, 只能近似求解, 需要考察模型的合理性和正确性。模型的检验是数学建模必不可少的一部分, 检验一般分为模型的稳定性和灵敏度检验、可行性检验、统计检验和误差分析以及提出的方法和对比方法的性能比较。例如模型的稳定性和灵敏度检验是改变模型的参数或者假设, 来看对结果是否会产生较大的波动。如果出现了巨大的波动, 就说明模型对参数和假设的选取是敏感的, 模型是不稳定的; 如果出现了较小的波动, 则说明模型是稳定的。

#### 6) 模型的评价与推广

模型的评价与推广包括模型的评价和模型的推广两部分。模型的评价主要是对建立的模型的优缺点进行评价, 也可以针对每个问题的模型进行评价, 要做到优点突出, 不要刻意回避缺点。模型的推广是指模型可以推广迁移到哪些其他领域, 可以概括性地叙述如何迁移, 迁移后有什么结果。对模型的进一步的认识或对某部分的改进的想法也可以放在这里。

#### 7) 参考文献

参考文献的引用、标注和格式与科技论文的要求完全一致。凡是参考的相关文献一定要在文中标注, 并在最后按文中出现的顺序逐一罗列出来。一般要求文献总数为 10~15 篇, 中英文文献最好都要有, 参考文献以近五年的期刊、学位论文等文献为主。文献主要来源于 SCI 等检索数据库、知网、万方等中文数据库、以及国内外行业标准等高质量文献。

### 3.3. 附录部分

附录部分需要另起一页, 包括支撑材料的文件列表以及建模求解等所用到的所有源代码, 此还包括赛题里要求放的结果以及不太适宜放在正文部分的较大的图和表格等。

## 4. 基于“多元四阶”的数学建模竞赛集训安排

数学建模集训的时间一般在二年级的暑假, 此时学生经过一二年级数学建模相关课程的学习, 通过

前期的赛题分析和论文写作培训, 已经初步掌握了各种赛题题型的常见建模和求解方法以及论文写作的框架。在集训阶段, 以数学建模竞赛真题[5]为主导, 训练学生解决实际问题能力、数据处理能力、编程实现能力和论文写作能力等。竞赛集训做的真题有时会根据具体情况进行一定的调整, 但集训的总体安排大致相同。“多元四阶”的数学建模竞赛集训安排主要是集学校、教师和学生多方联动, 以竞赛真题为主导, 分四个阶段进行演练模拟、点评剖析、总结归纳、修改完善的多元化训练。第一阶段主要是三道数学建模竞赛真题的演练点评和修改完善, 第二阶段是总结归纳、查漏补缺, 第三阶段是三道真题的演练点评和修改完善, 第四阶段是三道真题的模拟点评和修改完善。经过这四个阶段的集训, 学生基本掌握了参加数学建模竞赛的所要具备的知识和能力, 为参加数学建模竞赛奠定坚实基础。下面仅以全国大学生数学建模竞赛的2023年暑期集训为例给出具体的集训安排。

#### 1) 第一阶段三道竞赛真题的演练点评和修改完善

这个阶段主要是三道数学建模竞赛真题[10][11][12]的演练和点评, 四天一道题, 第五天对各组学生撰写的论文有针对性地进行点评, 第六天阅读全国一等奖相关论文, 并根据点评意见以及从优秀论文获得的启发对所撰写的论文进行修改和完善。点评和剖析时, 指导老师先分析每道题可以怎么去考虑, 可以采用哪些建模和求解方法。然后每组分别选出一名同学来汇报所撰写的论文, 着重汇报摘要、问题分析、建模、求解和检验等部分, 指导老师根据学生的汇报情况逐一进行点评。最后指导教师和学生一起总结各组的优缺点, 各组之间相互学习优点。讲评的过程锻炼了学生的表达能力以及总结归纳能力等。

#### 2) 第二阶段总结归纳和查漏补缺

这个阶段主要是对建模和求解方法的总结归纳和查漏补缺, 具体任务如下:

a) 总结常见的预测和评价方法的原理及其优缺点, 并明确这些方法的使用前提和条件; b) 总结常见的数据处理方法及其优缺点, 并明确这些方法的使用前提和条件; c) 总结整数规划、二次规划、多目标优化等优化方法, 知道如何求解这些优化模型; d) 总结多元统计中的聚类分析、主成分分析、多元回归和贝叶斯估计等方法; e) 理解常微分方程、偏微分方程(包括离散情况的差分方程)可以解决什么问题, 以及这些方程的反问题及其求解方法; f) 总结归纳常见的智能算法, 例如模拟退火、遗传算法等, 包括算法原理、优缺点、适用条件以及如何实现; g) 了解常见的深度学习方法, 例如卷积神经网络[13]、循环神经网络、图神经网络等的原理和实现方法。

#### 3) 第三阶段三道竞赛真题的演练点评和修改完善

这个阶段主要是三道数学建模竞赛真题[14][15][16]的演练和点评, 严格按照数学建模竞赛的做题时间进行演练, 第四天有针对性地进行点评和剖析, 第五天对论文进行修改和完善。

#### 4) 第四阶段三道竞赛真题的模拟点评和修改完善

这个阶段主要是三道数学建模竞赛真题的模拟和点评, 严格按照数学建模竞赛的做题时间进行模拟, 第四天有针对性地进行点评和剖析, 第五天对所写论文进行修改完善。

学生通过上述四个阶段的团结合作, 掌握了赛题题型、建模和求解方法、检验方法以及论文写作技巧, 知道如何进行选题、建模、求解、检验以及论文撰写, 为正式参赛奠定基础。整个培训过程锻炼了学生的总结归纳能力、团结协作能力、论文写作能力、数据处理能力、解决实际问题能力、编程能力、信息搜集和筛选能力等创新能力和创新思维。

## 5. 数学建模竞赛拓展与成效

### 5.1. 数学建模竞赛拓展

参加完数学建模竞赛的学生可以申请和数学建模竞赛相关的创新计划项目, 项目研究内容可以是竞

赛赛题的进一步研究, 也可以是和竞赛相关的课题, 还可以参加相关的其他创新实践类竞赛, 学校对学生和指导老师都给予一定的荣誉和奖励。学生还可以投稿与数学建模竞赛相关的论文, 内容可以是竞赛真题的整理, 也可以是竞赛相关经验总结等, 加强对创新人才的培养。指导教师也可以申请与数学建模竞赛相关的项目, 撰写相关论文, 以及根据指导数学建模竞赛来反哺课程教学和科研。在“一本四融”数学建模竞赛培训策略的影响下, 几乎每年都会指导和数学建模赛题相关的学生毕设, 指导学生申请相关内容的创新计划。申请相关的省级教改课题 1 项、国家一级学会教改课题 1 项、校级教改课题 2 项, 撰写了和数学建模竞赛相关的教改论文 5 篇, 其中核心 1 篇, SCD 检索 3 篇。

## 5.2. 数学建模竞赛成效

我校一直积极探索“一本四融”数学建模培训策略, 为取得优异成绩打下坚实基础。同时, 提升了学生解决实际问题的能力, 为国家培养了数学基础扎实的高层次创新人才。我校在数学建模竞赛取得了丰硕成果, 在 2022 年全国大学生数学建模竞赛获得全国奖 12 项, 并列全国第一, 还获得赛区一等奖 31 项、二等奖 36 项、三等奖 33 项。在第十九届中国研究生数学建模竞赛获得全国奖 32 项的优异成绩, 其中一等奖 1 项, 二等奖 17 项, 三等奖 14 项, 荣获一等奖的参赛作品同时获得中兴专项一等奖(全国共 2 个), 并成功当选“数模之星”。在 2023 年美国大学生数学建模竞赛和跨学科建模竞赛获得特等奖 2 项、特等奖提名奖 15 项、一等奖 44 项、二等奖 109 项, 各奖项的获奖数量均创历史新高。这些成绩的取得, 是“一本四融”数学建模竞赛培训策略的有效性和优越性的最好证明。

## 6. 结论

针对如何进行数学建模竞赛培训, 创建“一本四融”数学建模竞赛培训策略。首先分析了运筹优化、决策评价、控制预测和判别分类四种竞赛赛题类型, 给出了每种题型的解题步骤、常见的建模和求解的方法; 接着给出了竞赛论文的撰写框架和写作事项, 主要包括摘要、正文和附录部分; 然后给出了“多元四阶”的数学建模竞赛集训安排, 以竞赛真题为主导, 分四个阶段进行演练模拟、点评剖析、总结归纳、修改完善的多元化训练, 培养学生数据处理能力、编程实现能力、论文写作能力以及团结协作能力等; 最后给出了学生和指导老师在数学建模竞赛后申请相关项目、撰写相关论文的拓展, 以及我校在数学建模竞赛方面取得的成效。我校定当不断继续优化竞赛培训策略, 力争取得更优异成绩, 为国家培养更优质的数学基础扎实的高层次创新人才。

## 基金项目

中国电子教育学会教育教学改革研究项目(DJY23007), 江苏省研究生教育教学改革项目(JGKT23\_C019), 南京邮电大学研究生教育教学改革项目(JGKT23\_XJ02), 南京邮电大学教学改革研究项目(JG00723JX22)。

## 参考文献

- [1] 石剑平, 姜麟, 房辉. 以学科竞赛和科创项目协同专业教学的创新型人才培养模式探索[J]. 大学数学, 2023, 39(1): 38-45.
- [2] 杨真真, 李雷, 赵洪牛, 等. 基于数学建模竞赛的“六位一体”创新人才培养模式实践研究[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(9): 172-176.
- [3] 张兰云, 董素梅. PBL 教学理念构建高等院校数学建模竞赛培训体系[J]. 科技风, 2022, 493(17): 32-34.
- [4] Xu, Y. and Liu, W. (2023) The Limitation and Countermeasures of Mathematical Modeling Course in Finance and Economics Universities. *Frontiers in Educational Research*, 6, 1-5. <https://doi.org/10.25236/FER.2023.060601>
- [5] 全国大学生数学建模竞赛. 历年竞赛赛题[EB/OL].

- 
- [http://www.mcm.edu.cn/html\\_cn/block/8579f5fce999cdc896f78bca5d4f8237.html](http://www.mcm.edu.cn/html_cn/block/8579f5fce999cdc896f78bca5d4f8237.html), 2024-02-23.
- [6] 数学建模常见题型和建模方案[EB/OL].  
[https://blog.csdn.net/m0\\_73686459/article/details/136628214](https://blog.csdn.net/m0_73686459/article/details/136628214), 2024-03-13.
- [7] 林宙辰, 李欢, 方聪. 机器学习中的交替方向乘子法[M]. 北京: 科学出版社, 2023.
- [8] 韩中庚. 数学建模竞赛论文的写作方法[J]. 数学建模及其应用, 2017, 6(2): 42-48.
- [9] 数学建模论文写作方法[EB/OL].  
[https://blog.csdn.net/qq\\_53300975/article/details/119669410](https://blog.csdn.net/qq_53300975/article/details/119669410), 2024-02-23.
- [10] 韩中庚, 但琦. 交巡警服务平台的设置与调度问题解析[J]. 数学建模及其应用, 2012, 1(1): 67-72+77.
- [11] 周义仓. 2012年 CUMCM A 题解答评析[J]. 数学建模及其应用, 2013, 2(1): 60-66.
- [12] 张晓雨, 王颖杰, 鲍梦婷, 等. 车道被占用对城市道路通行能力的影响[J]. 汕头大学学报(自然科学版), 2014, 29(3): 5-17.
- [13] 杨真真, 匡楠, 范露, 等. 基于卷积神经网络的图像分类算法综述[J]. 信号处理, 2018, 34(12): 1474-1489.
- [14] 周义仓. 悬链线模型在系泊系统设计中的应用——2016年全国大学生数学建模竞赛 A 题解答评述[J]. 数学建模及其应用, 2016, 5(4): 26-33.
- [15] 韩中庚. 机场出租车问题的数学模型[J]. 数学建模及其应用, 2020, 9(1): 49-56.
- [16] 韩中庚, 梅正阳. 智能 RGV 的动态调度策略问题的数学模型[J]. 数学建模及其应用, 2019, 8(1): 53-65+83.