

以数学建模竞赛为驱动的课程以及指导方式的改革研究

杨声英

成都锦城学院 计算机与软件学院 四川成都 611731

摘要: 随着大数据时代的到来以及科技的快速发展,数据分析,数据挖掘以及数学建模变得越来越重要。究其本质,高校大学生算法思维的培养以及如何培养才是研究重点,以“数学建模竞赛”为驱动的课程教学改革势在必行。本文首先回顾分析了全国数学建模竞赛以及出题类型与趋势,其次分析了开展数学建模相关课程的意义,最后基于当前课程开展及指导竞赛现状分析结果,展开了一系列措施的改进方案并辅以实施,获得了良好的践行结果。

关键词: 数学建模竞赛;教学改革;人才培养;实践创新;创新人才

一、前言

随着大数据时代的到来,科技得到了飞速发展,大数据分析、大数据挖掘以及人工智能等领域尤为火热。不管是人工智能还是大数据挖掘,本质是要以数据和数据本身信息所蕴含的规律为前提,所以数据本身的好坏决定了模型的天花板,若样本集大小,也很难得到较好的拟合效果。两者从解决手段来说,基本途径就是算法的研究。而算法本身的思维模式主要体现在数学逻辑与数学建模的基础上,对大学生创新能力以及应用能力的培养,所谓“授之以鱼不如授之以渔”,应更加注重数学建模能力的能力,尤其是数学思维的培养。其中,大学生数学建模竞赛架起了多门学科和大学数学的桥梁,它的过程几乎模拟了科学研究的全过程,对于培养大学生的科研能力、创新能力及应用能力有着重要作用^[1]。

不管是大数据挖掘、机器学习还是深度学习,数学建模的影子无处不在,它渗透到了各个领域。在教学中,不仅需要培养学生的数学逻辑思维,以及数据敏感度,还需要培养学生模型实现的能力以及文字表达的能力,一个好的模型无法实现应用到实际中,也只能停留在理论层面。换言之,思维是主导,编程是实现途径,文字表达呈现思想。

成都锦城学院计算机与软件学院为了提高大学生的综合素质以及分析问题、解决问题的能力,从多方面入手,在“深度学习”,“一基两轴三递进”,“情感劳动”等方面展开对学生多角度能力的培养。其中,以数学建模竞赛为驱动的数模系列课程在开展过程中不断改进,分别在课程内容改进、教师团队建设、竞赛宣传、指导学生方式等多方面付诸实施,取得了较好的改进效果。

二、数学建模竞赛以及开展数学建模课程的意义

1. “高教社”杯全国数学建模竞赛

全国大学生数学建模竞赛创办于1992年,是全国乃至全世界规模最大的基础性学科竞赛,每年举办一届,至今已经成功举办三十届。比赛分为本科组和专科组,从2019年起,竞赛题目分为A-E题,本科组从A、B和C题中任选一道作答,专科组作答D和E题^[2]。近年来,本科组题目每年都会有物理化学类题目1个,数据分析类题目1个以及机理分析类题目,专科组题目多以数据分析为主。具体试题如下所示:

表1 2019-2021全国数学建模竞赛赛题

举办年份	本科组试题	专科组试题
2021	A题 "FAST"主动反射面的形状调节	D题 接触式轮廓仪的自动标注
	B题 乙醇偶合制备C4烯烃	
	C题 生产企业原材料的订购与运输	E题 中药材的鉴别
2020	A题 炉温曲线	D题 接触式轮廓仪的自动标注
	B题 穿越沙漠	
	C题 中小微企业的信贷决策	E题 校园供水系统智能管理
2019	A题 高压油管的压力控制	D题 空气质量数据的校准
	B题 “同心协力”策略研究	
	C题 机场的出租车问题	E题 “薄利多销”分析

总体而言,数学建模题目大致可以分为四类:评价类、优化类、预测类以及机理分析类。其中,评价类较简单,优化类最常见,机理分析类比如人口模型、物理、化学以及微分方程等,预测类题目往往会作为一个小问题。近几年在各项数模赛事中,优化类和机理分析类问题出现的频率显著增高,且涉及交叉学科知识,没有现成模型可以套用,或者有模型但模型或参数需要根据题目改进后才能用,所以更加考验参赛者的实力。

2. 开展数模系列课程的意义

数模相关系列课程往往包含多门数学以及程序基础课程, 比如: 概率论, 应用统计学, 高数, 离散数学, python 程序基础, matlab 编程基础, R 语言, lingo, 数据采集与分析, 数据挖掘原理, 算法应用基础以及机器学习等课程。以上课程在传统的教学中往往更加注重本门课程知识点的学习, 对于学生高阶能力(知识融会贯通, 能分析并解决复杂的现实问题)的培养, 深度学习的培养还有所欠缺, 这就意味着学生在一学期学习完成一门课程后很快会把关键知识点遗忘。

如果在传统课程的基础上有所改进, 遵循学习曲线, 多方位开展学生深度学习与高阶能力的培养, 促使学生能够发挥主观能动性自觉挖掘个人能力以及拓展的能力, 再需要有这样的一个数学建模竞赛平台将多门学科再进行融会贯通, 转化为学生的真正能实战的综合能力。所以, 开展数模系列课程再加上数学建模系列竞赛的指导对大学生的综合实战能力培养起到关键性的作用, 比如:

(1) 培养学生对数学建模过程的“破题”能力, 如何“破题”很关键。

数学建模题目对于大多数学生而言, 首要问题在于如何“破题”。读懂题目要表达的意思可能比较简单, 但读懂题目中的潜在的数量关系确有难点, 同时还需要将这些数量关系通过数学语言抽象并概括。所以, 学习课程时, 首要学习的就是要求学生能将现实问题抽象出来, 用数学语言进行描述, 为之后的建模和求解做好铺垫^[2]。

(2) 培养学生查阅资料以及分析资料的能力, 善于借鉴与创新。

数学建模题目涉及不同的领域范畴, 术业有专攻, 同时掌握每个领域的内容和知识对大学生而言, 难度很大。因此, 在建模前学生需要通过线和线下多种途径查阅相关资料, 将收集的资料中 useful 信息进行分析, 提取并总结, 同时还需要对相关知识进行深入学习。通过对该过程的历练, 学生能锻炼查阅资料以及分析总结资料的能力, 还能通过该过程产生智慧的火花, 产生新的思路。

(3) 培养学生团队合作以及沟通的能力, 凝聚力是团队的强心针。

数学建模竞赛是一个团队赛, 依靠某一个人的力量很难在三天三夜将一篇论文完美地呈现。这个过程总有人需要侧重于撰写, 有人侧重于编程, 有人侧重于建模等, 又或者很多关键过程需要团队一起思考办法解决问题。有效的沟通以及协作, 互相听取思路以及想法有助于问题快速达到一致性理解。

(4) 提升学生表达的能力, 包括文档表达以及语言

表达的能力

撰写文档的同学如果不能很好地理解搭建模型同学的思想以及数学抽象的表达方式, 很难将题目建模过程表达清楚; 如果编程的同学不能很好地理解算法模型, 也很难将数据输入设定的模型后输出正确的结果。所以, 整个过程, 建模学生需要将自己所想所易用最好的方式表达出来, 才能使得团队的工作效率得到最大的提升。

(5) 培养学生的编程实现能力

学生完成模型建立以后, 需要将数据输入模型完成模型求解, 求解过程也是对模型的验证过程。要想实现在建模过程中对模型的求解达到信手拈来, 得靠平时的不断练习以及训练。有时数学问题的数据来源并不足以对问题的分析, 还需要首先在网络上采集数据, 预处理数据, 集成数据等操作。除此之外, 学生至少应当掌握 matlab、python 以及 c 语言等基础语言的编程基础。

三、成都锦城学院开展数学建模课程以及指导竞赛现状

成都锦城学院指导学生参加全国数学建模竞赛始于 2019 年, 至今只有 3 年时间, 教师指导经验相比很多已经指导 10-20 年的高校教师而言, 还有很大改进空间。这期间, 针对数学建模竞赛, 学院每年在春季学期开设选修课程《算法应用基础》, 主要涉及 matlab 基础入门, 算法基础入门, 算法实战, 真题分析等内容; 开设必修课程《离散数学》, 在本课程中, 团队教师会针对性地引导学生分析问题, 解决问题, 并举一反三, 阶段性考核方式以及课程报告也会着重以数学建模题目为考核要点。除了开设相关课程以外, 学院组建了专门的数学建模指导教师团队。全局来看, 教师团队成员擅长领域各不同, 通过开展不同的专题对全部有意愿参赛的学生指导学习。在备赛期间, 尤其是每年暑假期间, 参加备赛的学生会被分配带队指导老师, 有针对性地对学生和过程实施指导, 可对每个参赛团队进行个性化培养。

尽管如此, 整个指导和学习过程还是发现了不少问题, 比如: 措施不太全面, 学生队伍的潜在问题导师没有及时发现, 学生也没有及时报告, 到真正比赛时为时已晚; 宣传不到位, 仅凭辅导员和教师在课堂宣传, 不能起到很明显的宣传作用, 报名学生对数学建模竞赛的理解不到位, 对自己的认知不到位, 也很难坚持; 指导教师队伍的建设尚存在一些问题, 比如专题的分享难度以及结合度不够, 尚待改进。

四、课程教学改革研究路线以及指导方案改进

为了能提升大学生数学建模竞赛的应用能力, 计算机与软件学院数学建模教师团队首先从自身角度出发,

分析了问题出现的原因,为建立优秀的建模教师团队而努力。在此过程中也可以从多方面汲取其他高校以及团队的带队经验,取长补短。其次,要搞好建模的宣传和组织活动,比如通过专题讲座,公众号推广,获奖学生经验分享,学校政策支持等多方位宣传,拉动学生之间的内需以及刚需。再其次,开设建模选修课以及专题复盘活动;最后,通过开展有效的学生数学建模社团活动、引入激励机制等方面进行了积极有效的研究探索并提出了相应的解决措施^[1,4]。

1. 优化数学建模教师团队

教师团队的建设属于最顶层的设计,需要注入良好的指导教学方案。主要从几个方面入手:

(1) 定期开展内部交流学习,提升自身业务能力。

(2) 借鉴其他竞赛指导优秀经验以及其他高校指导经验加强团队经验值提升。

(3) 加强学生心理疏导以及学生团队凝聚力建设。

2. 优化宣传方式

本院数学建模竞赛团队的教师包括辅导员以及专职教师,主要通过课堂宣传以及晚点名方式完成讲座式宣传,但收效甚微。本次课题期间,我们借鉴经验,推出多方位的宣传方式,包括:

(1) 讲座式大面积推广+课堂小面积推广;

(2) 推出数学建模为主题的公众号,定期发布数学建模相关的软文,让学生关注;

(3) 建立微信以及QQ数学建模群,定期邀请获奖(国奖或省一等奖)获得者分享经验,再好的宣传也许抵不过获奖者的几句良言。

3. 优化课程、专题以及指导方式

在《离散数学》以及《算法应用基础》课程中,引入数学建模相关题目实战。之前,更加侧重于将不同老师侧重的领域知识传授给学生,但忽略了知识点与知识点之间的关系,学生在接纳知识点过程中的难度,很多学生反映对于没有建模基础的学生而言,课程偏难,听不懂学不会,打击自信心。

教师团队在合作专题时,考虑到这种情况,将专题细分,增强知识点之间的联系以及耦合度,从基础入手,首选让学生快速入门。之后,学生可以自由选择专题学习,并根据难易程度结合自身学习节奏学习。对无法达到更深层次学习的学生尽可能学会对问题的破题、分析以及基础问题的解决,发展省奖获得者;对能够深度学习并希望有一定挑战度的学生加强专题训练难度以及综合性,发展国奖获得者。

所以,在今年的指导过程中,教师团队优化了专题,每次开展1~1.5小时的专题训练指导,结合实例做分析,思路清洗等等。开展专题前,学生队伍也做了相应的选拔组队并加以管理。与此同时,对学生团队施以奖励惩罚制度,好的学生队伍能够激励学生互相进步。

4. 开展数学建模社团活动以及引入激励机制

成立数学建模社团,通过优秀学生以及具备领导力、组织能力的学生招新,通过老带新的方式形成可持续性的兴趣社团。社团中定期考查并选择优秀的学生加入数学建模团队,经过迭代式选拔以及专题训练考查,增加激励机制,最终可以选拔一定队伍实现导师个性化指导团队,并给与相应的平时成绩加分或者奖学金申请加分等制度。

五、结语

指导学生数学建模竞赛,不仅仅是对学生综合实战以及创新能力的考验,其实也是对一个学校一个教师指导团队的考验。数学建模是多门学科与数学基础的结合学科,综合了理论知识与实践技能,这与高校培养应用型人才的趋势相符,也与高校课程改革的方向相符^[5]。因此,以“数学建模竞赛”为驱动的相关课程的积极推动与改革方案的成功与否对高校课程改革有着重要意义。通过不断践行与优化,提高学生的分析问、题解决问题的能力,激发学生的创新精神,并获得了1项省一等奖,2项省二等奖,2项省三等奖的成绩。

参考文献:

[1]张杰明等,关于更好开展大学生数学建模竞赛活动的探索.大学教育,2021(08):第88-90页.

[2]刘炳全与袁程龙,依托数学建模竞赛大学生创新能力培养分析.教育教学论坛,2020(30):第114-115页.

[3]刘羽,数学建模课程现状分析与课程改革研究.教育教学论坛,2021(08):第76-79页.

[4]段振华与邱德华,“分类分层、课赛结合、服务专业”的高职数学教学改革及实践.当代教育理论与实践,2020.12(06):第138-143页.

[5]杨然与周圣武,以数学建模竞赛为抓手培养学生实践能力创新能力.实验技术与管理,2021.38(03):第188-191页.

基金资助:成都锦城学院校级课题“以数学建模竞赛为驱动的数模系列课程教学改革研究”(2021JCKY0028)