

基础学科“三层次-四维度”竞赛体系的 构建与实践



白羽^{*}, 杨淳, 袁晓娜, 王俊平

北京建筑大学理学院, 北京 102627

摘要: 在众多学科竞赛之中, 数学建模竞赛、数学竞赛、物理竞赛、物理实验竞赛、力学竞赛、图学竞赛等“数理力图”基础学科竞赛是培养学生实践和创新创业能力的有效载体, 是激发学生潜能和创造力的有效手段。随着学校近年来参赛人数、获奖数量和级别的提升, 从“校-市-国家”三个层次、“基础-培训-竞赛-跟踪”四个维度着手, 对构建“数理力图”基础学科竞赛体系进行了研究与实践, 取得了一定的成效。“三层次”使更多的学生可以参与基础学科竞赛, 有助于提升获奖数量和获奖级别。“四维度”涵盖了赛前、赛中和赛后, 不仅能促进公共基础课程的教学改革, 而且让基础学科竞赛贯穿于学生的四年大学学习, 更加有效地服务于专业培养目标, 为当前新工科背景下应用型、复合型、创新型人才的培养提供有效途径。

关键词: 数理力图; 基础学科; 三层次; 四维度; 竞赛体系

DOI: [10.57237/j.edu.2022.02.004](https://doi.org/10.57237/j.edu.2022.02.004)

Construction and Practice of the "Three Levels - Four Dimensions" System for Basic Disciplines Competitions

Yu Bai^{*}, Zhun Yang, Xiaona Yuan, Junping Wang

School of Science, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 102627, China

Abstract: Mathematical modeling competition, mathematical competition, physical competition, physical experiment competition, mechanics competition and graphics competition are basic discipline competitions in university. These basic discipline competitions of "Mathematics-Physics-Mechanics-Graphics" are an effective carrier to cultivate students' ability of practice, innovation and entrepreneurship, which are also an effective means to stimulate students' potential and creativity. With the increase of the number of participants, the number of awards and the level in recent years, the basic discipline competitions system of "Mathematics-Physics-Mechanics-Graphics" is studied and practiced from the three levels of "School-City-Country" and the four dimensions of "Foundation-Training-Competition-Tracking", which has achieved certain results. The "three levels" enables more students to participate in basic discipline competitions, which is helpful to improve the number and level of awards. The "Four Dimensions" covers the pre competition, competition and post competition. It can not only promote the teaching reform of public basic courses, but

基金项目: 中国建设教育协会教育教学科研项目 (2021058, 2019010); 北京建筑大学研究生教育教学质量提升项目 (J2022201).

^{*}通信作者: 白羽, buceaby@163.com

also let the basic discipline competition run through the students' four-year college study, which makes the basic discipline competitions more effective in serving the professional training objectives and provides an effective way to cultivate the talents of applied, complex and innovative.

Keywords: Mathematics-Physics-Mechanics-Graphics; Basic Discipline; Three Levels; Four Dimensions; Competition System

1 引言

我国于2016年加入国际工程联盟《华盛顿协议》后,启动了以新工科为主题的新时代高等工程教育。相对于传统工科,“新工科”更强调学科的综合性、交叉性与实用性。国家快速发展迫切需要新型工科人才支撑,这就对高校培养应用型、复合型、创新型人才提出了更高要求[1-3]。学科竞赛是面向大学生开展的课外学术科技活动,是培养学生实践和创新创业能力的有效载体,是激发学生潜能和创造力的有效手段,在新工科背景下得到突飞猛进的发展,在人才培养中发挥着重要而不可替代的作用[4-6]。教育部在教高[2017]1号文件中强调,应当“继续开展大学生竞赛活动重点资助在全国具有较大影响和广泛参与面的大学生竞赛活动,激发大学生的兴趣和潜能,培养大学生的团队协作意识和创新精神”[7-9]。一方面,学科竞赛已经成为高校新工科创新人才培养的有效路径。学科竞赛不仅能把行业前沿、最新技术、学科焦点、社会热点问题融入学生的学习内容,而且能把正确的人生观、价值观、质量观植入人才培养环节。另一方面,学科竞赛是推动学科交叉融合的重要抓手。学生通过组建跨院系、跨学科、跨专业竞赛团队,可有效推动学科交叉融合,提升学生的学科知识融合和综合能力[10-12]。

在众多学科竞赛之中,数学建模竞赛、数学竞赛、物理竞赛、物理实验竞赛、力学竞赛、图学竞赛等“数理力图”基础学科竞赛也不乏其数。比如首批列入“高校学科竞赛排行榜”的19项竞赛之一的“高教社杯全国大学生数学建模竞赛”(CUMCM),创始于1992年,由教育部高教司和中国工业与应用数学学会联合主办[13]。2021年,来自全国及美国、马来西亚等国家的1566所院校/校区、49529队(本科组45075队、专科组4454队)、近15万人报名参赛,是目前全国高校规模最大的基础性学科竞赛,也是世界上规模最大的数学建模竞赛。还有由教育部高等学校工程图学教学指导委员会、中国图学学会主办的全国大学生先进成图技术与产品信息

建模创新大赛,同样入选全国普通高校学科竞赛排行榜,被誉为“图学界的奥林匹克”[14-16]。这些竞赛能促进公共基础课程的教学改革,能提高学生实践能力、创新能力和综合素质,是培养创新人才非常有力的载体。

2 基础学科竞赛现状

近年来,我校学生对“数理力图”基础学科竞赛的重视程度与参与热度持续攀升,随着一些校级竞赛的推广,“数理力图”基础学科竞赛参赛人数、获奖数量、获奖级别都有了较大提升。比如北京建筑大学数学竞赛已连续举办17届、北京建筑大学数学建模竞赛已连续举办8届,全国大学生数学建模竞赛的参赛队伍数目由原来的个位数增加到每年20队左右,2021年全国大学生数学竞赛有204人参加等等。这些对于提升人才培养质量起到了积极的促进作用。

然而,细观当前我校“数理力图”基础学科竞赛现状,在体系建设方面存在两个主要问题。一是校级竞赛尚未全面实施,有的竞赛没有选拔和培训,直接参加市级竞赛甚至国家级竞赛,导致参赛人数少,获奖人数少。比如,全国周培源大学生力学竞赛在我校是2021年首次组织学生参赛,只有24人参加,最终获得北京优秀奖1项。二是教师和学生过多地把重点放在了竞赛之前和之中,忽视了竞赛之后,或者根本就忽略了竞赛之后,仅仅是为了竞赛而竞赛。比如,数学竞赛和物理竞赛,竞赛以考试形式进行,在参加完竞赛之后师生就基本没有联系了。但是参加竞赛的学生往往是在某一方面比较突出的,教师可以继续跟踪培养,或者对赛题进行深度研究,或者让学生参加自己的科研项目,继续挖掘学生的潜能,实现师生的共同成长。

3 “三层次-四维度”竞赛体系

针对“数理力图”基础学科竞赛的现状,将从“校-市-

国家”三个层次、“基础-培训-竞赛-跟踪”四个维度着手,努力构建“数理力图”基础学科竞赛“三层次-四维度”的体系,让更多的学生参与基础学科竞赛,让基础学科竞赛更加有效地服务于专业培养目标,为当前新工科背景下应用型、复合型、创新型人才的培养提供有效途径。

3.1 “校-市-国家”三个层次

“数理力图”基础学科竞赛主要有全国大学生数学建模竞赛及北京大学生数学建模与计算机应用竞赛、全国大学生先进成图技术与产品信息建模创新大赛及

北京市大学生工程设计表达竞赛、全国大学生数学竞赛及北京市大学生数学竞赛、全国部分地区大学生物理竞赛、全国大学生物理实验竞赛及北京市大学生物理实验竞赛、全国周培源大学生力学竞赛等等,如图1所示。但由于我校学生水平所限,直接参加国家级竞赛难度较大。目前数学建模竞赛、数学竞赛和物理竞赛已经连续多年举办了校级竞赛,每年有近千人参加,不仅受到了学生的好评,而且为市级和国家级竞赛选拔了参赛选手,起到了很好的示范作用。

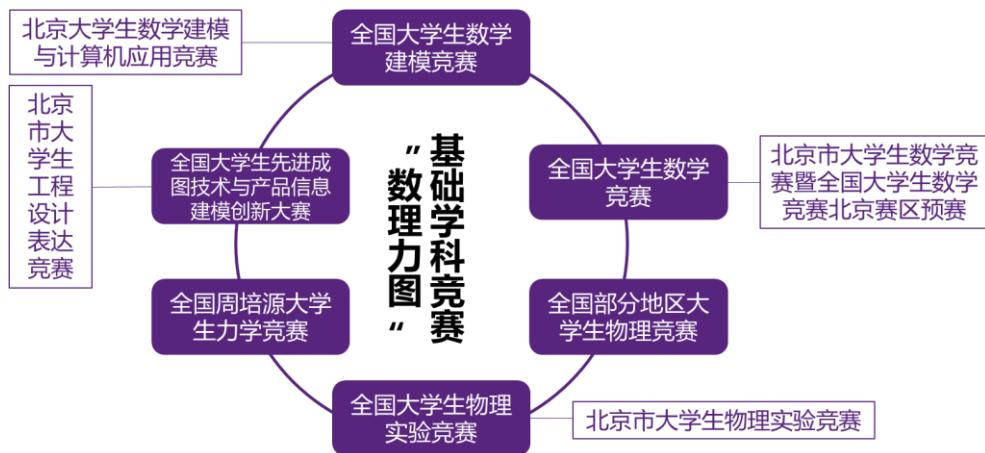


图1 “数理力图”基础学科竞赛

因此,所有“数理力图”基础学科竞赛都应该完善“校-市-国家”三个层次的竞赛体系,从而使更多的学生可以参与基础学科竞赛,有助于提升获奖数量和获奖级别。

3.2 “基础-培训-竞赛-跟踪”四个维度

从“数理力图”基础学科竞赛的具体实施来讲,就是构建“夯实基础-集中培训-参加竞赛-跟踪培育”四个维度的竞赛体系,如图2所示。

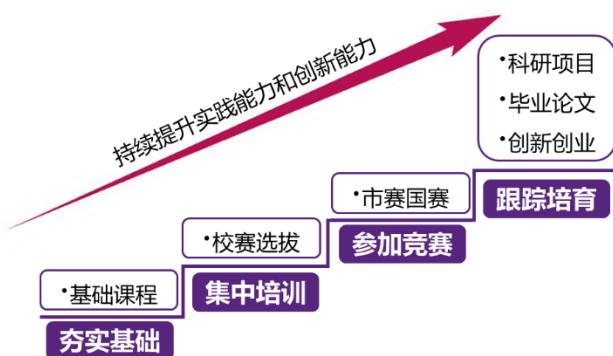


图2 “基础-培训-竞赛-跟踪”四维度

夯实基础是将数学、物理(实验)、力学、图学、物理等公共基础课程的理论教学质量抓牢抓实。开展“数理力图”基础学科竞赛的初衷是对大学生理论知识掌握的纵向考查,同时也是对所学知识的实际应用与创新能力的横向培养。所以数理力图公共基础课教学是基础学科竞赛的理论支撑,其课堂的理论教学是学科知识与技能来源的重要支点。因此,要狠抓理论课的教学质量,健全基础课程的教学体系,发挥课堂教学在基础学科竞赛开展中的基础作用,从而夯实学生参加学科竞赛的基础,调动学生参加学科竞赛的积极性,增强学生参加学科竞赛的信心。

集中培训是在校级竞赛基础上,对选拔中的学生进行集中的强化培训,提升其竞赛能力。将校级竞赛推广到每一项“数理力图”基础学科竞赛,可以使更多的学生参与基础学科竞赛,亲身体会科技攻关的艰辛,享受创造的快乐和成功的喜悦,而且可以为市级和国家级竞赛选拔了参赛选手。这些选手必须进行集中培训,强化专门的技能训练,以期实现以学科竞赛取得好的创新人才培养效果。目前各项竞赛已形成较固定

的指导教师团队，团队可通过选修课、集训课、个别辅导等多种形式进行全面且有效的强化技能训练，指导和帮助学生解决训练过程中遇到的问题，为参加竞赛做充分的准备。

参加竞赛是通过积极参加市级和国家级“数理力图”基础学科竞赛，在参赛人数、获奖数量、获奖级别方面稳中有升。“数理力图”基础学科竞赛作为相对独立的实践教学环节，学生作为学科竞赛的主体，可以充分发挥学生的主观能动性，激发学生理论联系实际和独立探索的动力，通过发现问题、解决问题的过程，培养学生学习兴趣、增强学习自信心。数学竞赛、物理竞赛、力学竞赛和图学竞赛是单兵作战，着重考察学生个人的创新思考；而数学建模竞赛和物理实验竞赛是团队参赛，要求团队综合运用所学知识解决某一特定问题，对团队协作有较高要求。学生通过参加竞赛，在一定程度上学生的问题意识能得到培养，实践能力、创新能力及综合素质可以得到提升。

跟踪培育是在完成竞赛之后，竞赛指导教师通过让学生加入自己的科研项目、指导学生毕业论文、推荐学生参加其它创新创业竞赛等多种形式，对学生进行持续不断地培养。“数理力图”基础学科竞赛在人才培养过程中发挥的积极作用有目共睹，但是竞赛结束后就“一哄而散”，造成了已储备资源的极大浪费。因为学生一般在大一和大二年级参加基础学科竞赛，一方面学生在准备参赛过程中对所学知识进行了复习和巩固，基础更加牢靠，如果不进行跟踪培育，这些知识就会随着时间而遗忘；另一方面，大学生“数理力图”基础学科竞赛的指导教师在指导学生参加竞赛过程中需要辛苦付出，但同时先于专业教师对每位参赛同学有了更深的了解，如果可以将基础学科知识与专业教育进行对接，对学生进行跟踪培育，将大大促进新工科专业培养目标的实现。

4 竞赛实践

“数理力图”基础学科竞赛在人才培养过程中发挥的积极作用有目共睹在“校-市-国家”多层次竞赛体系的实践方面，数学竞赛和物理竞赛的校赛每年有 200 余人参加，数学建模竞赛的校赛每年有 100 余人参加。除了数学建模竞赛、数学竞赛和物理竞赛的校赛外，2021 年 11 月，北京建筑大学首届“力创杯”力学竞赛已成功举办；2022 年 5 月，第十五届全国大学生先进成图技术与产品信息建模创新大赛北京建筑大学预选赛已完成；2022 年 8 月，全国大学物理实验竞赛的校

赛正在筹备之中。这样，“数理力图”基础学科竞赛“多层次”竞赛体系就得到了进一步的完善。

在“基础-培训-竞赛-跟踪”四维度竞赛体系的实践方面，目前高等数学、大学物理、理论力学、工程制图等公共基础课程的教学改革正在如火如荼的进行之中，如在教学内容中引入竞赛案例，将竞赛题目以附加题形式出现在试卷中等等。同时，教师们利用假期进行数学建模竞赛的培训和赛前模拟、开设“高等数学创新提高”选修课进行数学竞赛的培训等等。学生参加竞赛的情况可以从学生所获奖项上有所体现，以 2021 年为例，全国大学生数学建模竞赛有 20 队参加，获得北京市一等奖 2 项、二等奖 4 项；全国大学生数学竞赛预赛暨北京市大学生数学竞赛获得全国二等奖 14 项、三等奖 14 项，北京市一等奖 15 项、二等奖 27 项、三等奖 31 项；第十四届“高教杯”全国大学生先进成图技术与产品信息建模竞赛中获得建筑类制图基础知识一等奖和二等奖、团体二等奖和三等奖，个人全能一等奖 1 项、二等奖 7 项和三等奖 6 项；全国部分地区大学物理竞赛一等奖 7 项，二等奖 4 项，三等奖 16 项。在跟踪培育方面，参加全国大学生数学建模竞赛和全国周培源大学生力学竞赛的学生的大都参加过北京市大学生数学竞赛；近年来学生在数学建模竞赛之后已发表相关学术论文 11 篇，其中中文核心 1 篇，EI 检索 1 篇。

5 结语

在多年的竞赛指导基础上，从“多层次-四维度”着手对“数理力图”基础学科竞赛体系的建设进行了研究与实践，已经取得了一定的成效。而且所研究的“四维度”涵盖了赛前、赛中和赛后，贯穿于学生的四年大学学习，可以与学生专业培养目标进行高度融合。但是由于不同学科竞赛的基础和形式的差异性，各学科竞赛还是有待于在“多层次-四维度”的某一到两个方面进一步加强，从而可以为更好地开展竞赛提供指导，有效提高学生实践创新能力，促进创新应用型人才培养。

参考文献

- [1] 郑庆华. 以创新创业教育为引领创建“新工科”教育模式 [J]. 中国大学教学, 2017, 12: 8-12.
- [2] 李丽娟, 杨文斌, 肖明等. 跨学科多专业融合的“新工科”人才培养模式探索与实践 [J]. 高等工程教育研究, 2020, 1: 25-30.

- [3] 林健. 面向未来的中国新工科建设 [J]. 清华大学教育研究, 2017, 2: 26-35.
- [4] 袁磊. “新工科”建设背景下校企协同育人模式的研究与实践 [J]. 工业和信息化教育, 2021, 7: 29-33.
- [5] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动 [J]. 高等工程教育研究, 2017, 3: 1-6.
- [6] 陆国栋, 陈临强. 高校学科竞赛评估: 思路、方法和探索 [J]. 中国高教研究, 2018, 2: 63-74.
- [7] 丁广龙, 夏镇波, 辛志宏等. 创新创业教育: 新工科类大学生学科竞赛体系构建 [J]. 创新创业教育, 2019, 10 (2): 121-125.
- [8] 孙远韬, 张氢, 朱玉田等. 面向工程教育认证的以学科竞赛为载体的高校创新型人才培养研究 [J]. 高教学刊, 2020, 21: 29-32.
- [9] 王毅, 张沪寅, 黄建忠. 新工科人才培养导向的竞赛类实践课程设计 [J]. 实验技术与管理, 2020, 37 (8): 167-171.
- [10] 高迪, 印桂生, 孙建国. 新工科视域下的高等教育课程教学质量提升研究 [J]. 黑龙江高教研究, 2018, 12: 144-147.
- [11] 林健, 彭林, Brent jesiek. 普渡大学本科工程教育改革实践及对新工科建设的启示 [J]. 高等工程教育研究, 2019, 1: 15-26.
- [12] 鞠炼, 王怡人, 徐金妹. 产教融合背景下应用型本科院校建筑类人才培养路径研究——以常州大学怀德学院为例 [J]. 科技经济导刊, 2020, 15: 28-29.
- [13] 白羽, 徐志洁, 何强, 王恒友. 数学建模竞赛驱动下大学生创新能力培养模式的探索 [J]. 教育进展, 2021, 11 (5): 1490-1495.
- [14] 姚利花, 郭刚, 张占东, 等. 学科竞赛和实践教学相融合培养“新工科”人才的研究 [J]. 大学教育, 2020, 6: 38-40.
- [15] 程谊. 学科竞赛背景下的创新创业人才培养模式探讨 [J]. 创新创业理论研究与实践, 2019, 2 (18): 107-108.
- [16] 耿敬, 欧阳卫平. 高校人才培养实验班培养实践与探索 [J]. 教育现代化, 2019, 7: 1-3.