**基于AHP法的大学生学科竞赛分类与研究**

**Classification and Research of Discipline Competitions for College Student Based on AHP method**

刘万山，陈 颖，蔡志钦

（厦门大学航空航天学院，福建省 厦门市 361102）

摘要：大学生学科竞赛是高校双创教育中非常重要的一部分，有助于培养大学生的创新精神，提高创业技能有重要的作用。目前学科竞赛数量繁多、质量参差不齐，在面对众多的学科竞赛的选择上容易产生纠结，缺少区分不同竞赛的评价模型。在实践中将高等院校学科竞赛进行分类和分级，对于高校开展双创教育有重要的现实意义。本文在总结归纳多种学科竞赛的基础上，应用层次分析法建立大学生学科竞赛评级模型，使得大学生学科竞赛评价定量化，得到学科竞赛的评估结果，提供选择参考。

**Abstract:**The Science and Technology Innovation Competition for College Students is an indispensable part of the entrepreneurship and entrepreneurship education of colleges and universities, and plays an important role in cultivating the innovative spirit of college students and improving their entrepreneurial skills. On the basis of summarizing and summarizing a variety of science and technology innovation competitions, this paper applies the analytic hierarchy method to resume the evaluation model of college students' science and technology innovation competitions, so that the evaluation results of college students' science and technology innovation competitions are quantitative, and the evaluation results of science and technology innovation competitions are obtained, providing a selection reference.

关键词：学科竞赛；层次分析法；分类评级

**Key words:**Science and technology competition；Analytic hierarchy process;Classification rating

1. 引言

近年来，高等院校的双创教育越来越受到重视，学科竞赛是高校大学生孵化创业机会、提高创新能力的重要途径，是高校双创教育中不可或缺的组成部分[1]。高校也相继出台了多种措施推动和鼓励学生参与各种学科竞赛，现在学科竞赛数量繁多、质量参差不齐，在实践中将高等院校学科竞赛进行分类和分级，对高校开展双创教育有重要的现实意义。由于信息不对称, 同学和老师面对众多竞赛也面临选择困惑。本研究尝试提出给予多种形式竞赛归纳总结，并应用层次分析法（Analytic Hierarchy Process，简称AHP法）建立大学生学科竞赛评级模型，使得大学生综合素质评价定量定类化，得到不同的学科竞赛评估结果，引导学校选择高质量竞赛，以提高竞赛活动在创新人才培养中的成效，并通过这种倒逼机制优化竞赛格局。

1. 高校开展学科竞赛的作用和意义

建设教育强国是实现中华民族伟大复兴的基础工程。党中央以习近平总书记为核心，将教育视为国家和党的重要任务。新工科、新医科、新农科、新文科建设是目前高等教育应对国际竞争挑战和科技革命的战略选择。首先提出的是新工科，它融合科学、技术、产业和社会，是高质量高等教育体系建设的重要主题。在服务创新型国家建设和地方社会经济发展中，建设引领复合型创新创业人才教育体系是高校在“四新教育”生态下的重要任务，也是推进科教融合、产教融合和深化人才培养等工作的重要环节。

我国对创新型人才的素质和能力也提出了更高的要求，提出了制造强国战略行动纲领，强调了创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化和人才为本的基本方针。同时大学生作为大众创业、万众创新的生力军，受到了国家的高度重视。国务院办公厅发布了《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》和《关于进一步支持大学生创新创业的指导意见》等文件，充分说明了高等院校是最适合创新思想发展和具备充分创业资源的场所。在中国特色社会主义迈入新的发展阶段之际，我国创新创业教育也被赋予了新的使命和更高的期望。这一领域的教育不再仅仅是理论知识的传授，更需要重视实践操作，着力培养学生的创新思维、创业意识和创业能力。只有这样，我们才能更好地为社会培养出具备创新精神和实践能力的优秀人才，满足新时代的发展需求同时也需要更加注重与社会需求的对接，推动科技创新与经济发展的深度融合。高校需要积极探索新的创新创业教育模式，不断完善课程体系和教学方法，为培养新时代所需的创新型人才提供有力支撑。

随着中国特色社会主义进入新时代，我国创新创业教育获得了新的时代内涵，同时也面临着新的工作要求。从经济发展和教育改革与发展的角度看，高等教育要在传统的教学与研究基础上，重视培养大学生创新精神、提高创业技能。这既是时代提出的要求，也是社会发展的必然趋势。

近年来，高等院校的双创教育越来越受到重视，学科竞赛是高校大学生孵化创业机会、提高创新能力的重要途径，是高校双创教育中不可或缺的组成部分。高校也相继出台了多种措施推动和鼓励学生参与各种学科竞赛，现在学科竞赛数量繁多、质量参差不齐，在实践中将高等院校学科竞赛进行分类和分级，对高校开展双创教育有重要的现实意义。

1. 学科竞赛体系的构建思路

在当前的学科竞赛体系中，同学们往往对竞赛的实际质量缺乏充分的了解，导致他们在选择参加哪些竞赛时会产生困惑。同时，竞赛的主办方因为缺乏来自高校的有效反馈，导致无法通过竞赛的改革来切实提升竞赛在创新人才培养中的作用[2]。这种信息不对称的现象，不仅让同学们在选择竞赛时感到迷茫，也使得竞赛主办方无法准确把握高校的需求和期望。因此，增强学科竞赛在社会中的信息透明度，可能成为解决学科竞赛组织失范和高校选择困惑的有效途径。通过提高信息的透明度，可以让同学们更加了解每个竞赛的特点和质量，从而做出更明智的选择。同时，竞赛主办方也可以通过接收来自高校的反馈，更好地了解他们的需求和期望，进而对竞赛进行改革和提升，使其更符合创新人才培养的目标。

大学生学科竞赛是高校双创教育中非常重要的一部分，有助于培养大学生的创新精神,也是对产学研结合教育理念的直接实践[3]。而衡量大学生学科竞赛的条件又包括许多方面，要完全定性或者定量很难对其进行评价。因此，我们应当考虑采用定量与定性相结合的多目标决策方法，将决策目标进行量化，从而可以对其进行定量的研究和分析，提高决策的科学性和准确性。通过层次分析法（AHP）建立大学生学科竞赛评级模型[4]。层次分析法是一种将决策问题分解为多个层次和准则的定性分析和定量研究相结合的决策方法。这种方法将决策相关的元素分为目标、准则和方案等层次，然后进行定性和定量分析[5]。其方法可分为 4 步：

①分解问题，建立层次结构模型；

②构造判断矩阵；

③计算权向量并做一致性检验；

④计算组合权重向量并做一致性检验，并以此作为决策依据。

1. 建立大学生学科竞赛评价模型

4.1建立大学生综合素质层次指标体系

层次分析法的核心是将一个复杂问题中的各种因素通过划分为相互联系的有序层次，使之条理化；然后，根据两两对比形成一定客观的主观判断结构，把专家意见和分析者的客观判断结果直接、有效地结合起来，将相同层次里的元素两两比较后得出的重要性进行定量描述。最后，利用数学方法得出反映每一层次元素的相对重要性次序的权值，这些排序结果可以作为优化决策的目标（多指标）和方案，从而帮助我们做出更明智的决策。

本文所建模型的层次结构分成3层：第1层是大学生学科竞赛*(****A***)；第2层是一级指标层(***B***)，一级指标包括组织机构($B\_{1}$)、竞赛层次($B\_{2}$)、社会影响($B\_{3}$)和获奖难度($B\_{4}$)四个指标；第3层为二级指标层(***C***)，二级指标包括举办时间($C\_{31}$)、参赛范围($C\_{32}$)、参赛人数($C\_{33}$)。层次结构模型如图1所示[6]。

大学生学科竞赛评级(***A***)

组织机构($B\_{1}$)

竞赛层次($B\_{2}$)

社会影响($B\_{3}$)

获奖难度($B\_{4}$)

举办时间($C\_{31}$)

参赛人数($C\_{33}$)

参赛范围($C\_{32}$)

图1 大学生学科竞赛分级模型的层次结构

4.2 建立判断矩阵

从图 1 层次结构模型的第2层开始，对于从属于（或影响）上一层每个因素的同一层诸因素，利用表1中判断矩阵的标度1到9构造判断矩阵，直到第3层，其中 1到9标度及含义如图2所示。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标度 | 定义 | 含义 |
| 1 | 同样重要 | 两元素对某准则同样重要 |
| 3 | 稍微重要 | 两元素对某准则，一元素比另一元素稍微重要 |
| 5 | 明显重要 | 两元素对某准则，一元素比另一元素明显重要 |
| 7 | 强烈重要 | 两元素对某准则，一元素比另一元素强烈重要 |
| 9 | 极端重要 | 两元素对某准则，一元素比另一元素极端重要 |
| 2,4,6,8 | 相邻标度中值 | 表示相邻量标度之间折衷时的标度 |
| 标度倒数 | 反比较 | 元素i对元素j的标度为$ a\_{ij}$，反之为1/$a\_{ij}$ |

表1 判断矩阵标度及含义

通过对各影响指标的相对重要性进行判断评价，评价结果如表。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 组织机构 | 竞赛层次 | 社会影响力 | 获奖难度 |
| 组织机构 | 1 | 4 | 2 | 5 |
| 竞赛层次 | 0.25 | 1 | 0.333 | 2 |
| 社会影响力 | 0.5 | 3 | 1 | 3 |
| 获奖难度 | 0.2 | 0.5 | 0.333 | 1 |

表2 一级指标的判断矩阵

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 举办时间 | 参赛范围 | 参赛人数 |
| 举办时间 | 1 | 4 | 2 |
| 参赛范围 | 0.25 | 1 | 0.333 |
| 参赛人数 | 0.5 | 3 | 1 |

表3 二级指标的判断矩阵

4.3计算权向量并做一致性检验

通过构造判断矩阵，计算权向量，并进行一致性检验，以确定每个元素的相对重要性。一致性检验通过比较权向量与一致性指标的值来进行，如果CI/RI的值小于0.1，则认为判断矩阵的一致性可以接受。计算权向量并进行一致性检验有助于确保决策的合理性和准确性。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 特征向量 | 权重值(%) | 最大特征根 | CI值 |
| 组织机构 | 1.983 | 49.585 | 4.057 | 0.019 |
| 竞赛层次 | 0.519 | 12.964 |
| 社会影响力 | 1.155 | 28.87 |
| 获奖难度 | 0.343 | 8.58 |

表4 一级指标的层次分析结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 特征向量 | 权重值(%) | 最大特征根 | CI值 |
| 举办时间 | 1.671 | 55.714 | 3.018 | 0.009 |
| 参赛范围 | 0.368 | 12.262 |
| 参赛人数 | 0.961 | 32.024 |

表5 二级指标的层次分析结果

再对每一个判断矩阵进行一致性检验，如不满足需进行修正。层次分析法的计算结果显示，一级指标最大特征根为4.057，根据RI表查到对应的RI值为0.882，因此$CR=\frac{CI}{RI}=0.021<0$.1，通过一次性检验。层次分析法的计算结果显示，二级指标最大特征根为3.018，根据RI表查到对应的RI值为0.525，因此$CR=\frac{CI}{RI}=0.017<0$.1，通过一次性检验。

|  |
| --- |
| 一致性检验结果 |
| 最大特征根 | CI值 | RI值 | CR值 | 一致性检验结果 |
| 4.057 | 0.096 | 0.882 | 0.021 | 通过 |

表6 一级指标的一致性检验

|  |
| --- |
| 一致性检验结果 |
| 最大特征根 | CI值 | RI值 | CR值 | 一致性检验结果 |
| 3.018 | 0.009 | 0.525 | 0.017 | 通过 |

表7 二级指标的一致性检验

通过计算结果可得，一致性检验通过，上述特征向量可作为权向量。

4.5计算组合权向量并计算大学生学科竞赛评价值

$$β\_{B1}=0.49585 β\_{B2}=0.12964 β\_{B3}=0.28870 β\_{B4}=0.08580$$

$$β\_{C31}=0.28870×0.55714≈0.16085 β\_{C32}≈0.03540 β\_{C33}≈0.09245$$

将组合权向量带入公式，计算大学生学科竞赛评价值。

$$Z=\sum\_{i=1}^{n}β\_{i}×Q\_{i}$$

其中：

Z 为大学生学科竞赛评价值；

n 为目标因素的个数；

Qi 为各目标因素的实际评价值；

βi 为各目标因素的合成权重值；

由计算出的大学生学科竞赛评价值。

4.6大学生学科竞赛分级

第1步，请对大学生参加的大学生学科竞赛根据组织机构($B\_{1}$)、竞赛层次($B\_{2}$)和获奖难度($B\_{4}$)三个一级指标，以及举办时间($C\_{11}$)、参赛范围($C\_{12}$)、参赛人数($C\_{13}$)三个二级指标，根据评分标准进行指标分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级。（Ⅰ级为100分、Ⅱ级为80分、Ⅲ级为60分）

第2步，将评分代入到计算公式中，获得该学科竞赛的综合分。

第3步，根据综合分获得学科竞赛的等级。

本文提供一种可参考的分级标准，若将综合分按照区间长度10分进行评级排序，就可以划分出不同学科竞赛的等级，则综合分在[90,100]的竞赛是顶级竞赛，综合分在[80,90)的竞赛是重点竞赛；综合分在[70,80)的竞赛是一般竞赛。

1. 竞赛评级模型的应用

应用上述得出的评级模型，针对大学生参加的大学生学科竞赛根据组织机构($B\_{1}$)、竞赛层次($B\_{2}$)和获奖难度($B\_{4}$)三个一级指标，以及举办时间($C\_{11}$)、参赛范围($C\_{12}$)、参赛人数($C\_{13}$)三个二级指标，根据评分标准进行指标分级评分。

评分标准参考如下组织机构($B\_{1}$)若为国家直属部门主办，例如教育部、团中央、工信部等则分类为Ⅰ级。若为国家其他教育部门参与主办则分类为Ⅱ级，若为其他组织主办则分类为Ⅲ级；竞赛层次($B\_{2}$)若选拔方式为从院、校、省再到国家总决赛则分类为Ⅰ级，若选拔方式为区域赛和国赛则分类为Ⅱ级，若选拔方式为只投递一个作品多层评奖则分类为Ⅲ级；举办时间($C\_{11}$)可以从竞赛举办频次和竞赛存续时间两个方面进行分类为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级三个等级；参赛范围($C\_{12}$)根据参赛选手的专业分布范围和参赛院校的地域分布范围共同决定，若参赛选手涵盖所有专业或所有高校均可参赛则分类为Ⅰ级，若参赛选手涵盖部分专业则分类为Ⅱ级，若参赛选手只涉及到某一个领域或对参赛高校有开设专业限制则分类为Ⅲ级；参赛人数($C\_{13}$)根据累计参赛总人数和近一年参赛人数进行分类为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级三个等级；获奖难度($B\_{4}$)根据获奖比例进行评分，若获奖人数占参与人数的比例较高则分数较低，若获奖人数占参与人数的比例较低则分数较高，按照获奖比例所成的线性关系分类为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级三个等级。选取国家竞赛库中前11个学科竞赛进行评分评级，各个指标得分和综合分结果如下。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 竞赛名称 | 组织机构 | 竞赛层次 | 举办时间 | 参赛范围 | 参赛人数 | 获奖难度 | 综合分 |
| 中国国际"互联网＋"大学生创新创业大赛 | Ⅰ | Ⅰ | Ⅱ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ | 96.782 |
| "挑战杯"全国大学生课外学术科技作品竞赛 | Ⅰ | Ⅰ | Ⅱ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ | 96.782 |
| "挑战杯"中国大学生创业计划大赛 | Ⅰ | Ⅰ | Ⅱ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ | 96.782 |
| ACM-ICPC国际大学生程序设计竞赛 | Ⅱ | Ⅱ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅲ | Ⅰ | 83.7912 |
| 全国大学生数学建模竞赛 | Ⅱ | Ⅲ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅰ | Ⅱ | 83.1804 |
| 全国大学生电子设计竞赛 | Ⅱ | Ⅲ | Ⅰ | Ⅲ | Ⅲ | Ⅱ | 78.0664 |
| 中国大学生医学技术技能大赛 | Ⅱ | Ⅱ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅲ | Ⅱ | 77.4422 |
| 全国大学生机械创新设计大赛 | Ⅱ | Ⅱ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅲ | Ⅱ | 77.4422 |
| 全国大学生结构设计竞赛 | Ⅱ | Ⅱ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅲ | Ⅱ | 77.4422 |
| 全国大学生广告艺术大赛 | Ⅱ | Ⅲ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅲ | Ⅱ | 74.8494 |
| 全国大学生智能汽车竞赛 | Ⅱ | Ⅱ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅲ | Ⅲ | 75.7262 |

 （表格中评分仅供参考）

表8 应用大学生学科竞赛分级模型对部分学科竞赛进行评分分级

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 竞赛名称 |
| 1 | 中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛 |
| 2 | “挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛 |
| 3 | “挑战杯”中国大学生创业计划大赛 |
| 4 | ACM-ICPC国际大学生程序设计竞赛 |
| 5 | 全国大学生数学建模竞赛 |
| 6 | 全国大学生电子设计竞赛 |
| 7 | 中国大学生医学技术技能大赛 |
| 8 | 全国大学生机械创新设计大赛 |
| 9 | 全国大学生结构设计竞赛 |
| 10 | 全国大学生广告艺术大赛 |
| 11 | 全国大学生智能汽车竞赛 |

表9 《2022全国普通高校大学生竞赛分析报告》中前11项竞赛目录

表中得出不同学科竞赛的综合分再根据参考的评级标准，可得出中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛等竞赛的综合分。对选取的11个竞赛进行综合分的排序，可得出由应用大学生学科竞赛分级模型得出的学科竞赛综合分排序与2023年3月22日中国高等教育学会高校竞赛评估与管理体系研究专家工作组发布的《2022全国普通高校大学生竞赛分析报告》中的竞赛目录的排序大致相同，验证了大学生学科竞赛分级模型的合理性。

### 参考文献：

1. 韩少钦.开展“双创”竞赛课程思政的价值、维度与路径探析[J].创新与创业教育,2022,13(04):114-119.
2. 陆国栋,陈临强,何钦铭等.高校学科竞赛评估:思路、方法和探索[J].中国高教研究,2018(02):63-68+74.DOI:10.16298/j.cnki.1004-3667.2018.02.12.
3. 沈亚东.基于情境领导理论的大学生科创竞赛指导研究[J].河南教育(高等教育),2022(07):57-60.
4. 赵伟奇.AHP法在大学生综合素质评价中的应用[J].价值工程,2012,31(27):262-263.DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2012.27.104.
5. 徐晓敏. 层次分析法的运用[J]. 统计与决策,2008(1):156-158.
6. 邹小林,林晓聪.信息与计算科学专业的学科竞赛分级研究[J].肇庆学院学报,2018,39(02):26-30.
7. Scientific Platform Serving for Statistics Professional 2021. SPSSPRO. (Version 1.0.11)[Online Application Software]. Retrieved from <https://www.spsspro.com.>
8. 黄敏,黄明清,李守爱.基于AHP的点柱稳定性影响因素综合评价[J].有色金属(矿山部分),2013,65(05):92-95+100.
9. 刘静.基于层次分析法的职业教育评价指标体系建立与优化[J].现代职业教育,2023(28):17-20.
10. 魏泉增,刘海英,张晓华等.“学科竞赛”视域下大学生创新能力培养研究[J].科技风,2023(19):19-21.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202319007.
11. 李红梅,农智升,姜妲等.依托学科竞赛的创新创业教育模式探索与实践[J].公关世界,2023(10):118-119.
12. 邢存远,张洁,金莹.基于多属性综合评价的院校竞赛评估模型[J/OL].计算机科学:1-10[2023-11-03].http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1075.tp.20230925.1413.106.html.
13. 尹传忠,郎铮煜,邱慧妍等.新工科人才培养的STCP创新模[1]王亚娜,金丽馥,毛罕平.学科竞赛中大学生创新绩效影响因素分析[J].高校教育管理,2019,13(05):104-114.DOI:10.13316/j.cnki.jhem.20190831.012.讨——基于学科竞赛视角下因子分析法的例证[J].中国高校科技,2021(11):69-73.DOI:10.16209/j.cnki.cust.2021.11.014.
14. 王亚娜,金丽馥,毛罕平.学科竞赛中大学生创新绩效影响因素分析[J].高校教育管理,2019,13(05):104-114.DOI:10.13316/j.cnki.jhem.20190831.012.
15. 胡霞.浅谈大学生创新创业竞赛体系的构建[J].广东蚕业,2019,53(02):46-47.
16. 邓雪,李家铭,曾浩健等.层次分析法权重计算方法分析及其应用研究[J].数学的实践与认识,2012,42(07):93-100.
17. 常建娥,蒋太立.层次分析法确定权重的研究[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2007(01):153-156.

本文系福建省本科高校教育教学改革研究项目：“互联网+”赋能新时代大学生双创教育改革创新（项目编号：FBJG20200200）的研究成果

作者署名及简介

姓名、出生年、性别、籍贯、单位、职务、职称、主要研究方向、单位邮编

第一作者：刘万山、1979年、男、山东临沂、厦门大学航空航天学院、教育培训中心副主任（主持工作）、高级工程师、创新创业教育

通讯地址：福建省厦门市翔安区厦门大学翔安校区航空航天学院 361102 电话：18965131786

邮箱：liuwanshan@xmu.edu.cn

第二作者：陈颖、2003年、女、福建莆田、厦门大学航空航天学院、学生、机械设计制造及其自动化

通讯地址：福建省厦门市翔安区厦门大学翔安校区航空航天学院 361102 电话：18559219079

邮箱：34520212201465@stu.xmu.edu.cn

第三作者：蔡志钦、1988年、男、福建漳州、厦门大学航空航天学院、副主任、讲师、齿轮传动

通讯地址：福建省厦门市翔安区厦门大学翔安校区航空航天学院 361005电话：15985840583

邮箱：caizhiqin@xmu.edu.cn