

# 基于青年物理学家锦标赛的校本课程实践<sup>\*</sup>

鲍成章 郑琦 涂壮志 朱国强 (浙江省萧山中学 浙江 310000)

**摘 要** 科技社会的发展呼吁创新人才的培养。在高中阶段,立足学生自主发展,培育核心素养是为社会输送人才的关键。本课程在学术高中的背景下,尝试基于青年物理学家锦标赛开展校本课程建设,构建以认知、论证、实践、创造为学生素养进阶路径的特色化校本课程,促进学生学术力提升,培养复合型的创新性人才。

**关键词** 青年物理学家锦标赛 校本课程 学术高中

**文章编号** 1002-0748(2022)11-0024

**中图分类号** G633·7

**文献标识码** B

国家“十四五”规划纲要明确提出,大力弘扬新时代科学家精神,强化科研诚信建设,健全科技伦理体系。高中阶段是学生科学观形成的重要时期,在此阶段培养一批预备的学术创新型人才是重要任务<sup>[1]</sup>。2020年浙江省教育厅印发《浙江省普通高中学校实施分类办学促进特色发展改革试点工作方案》中鼓励特色示范普通高中学校进一步凝练办学特色,形成遍及科技、人文、体艺、综合等多个领域特色办学高中。其中科技分类下的学术高中是指以学术为导向,以高素质科学研究与技术创新能力人才培养为主要任务的高中<sup>[2]</sup>。在上述背景下,浙江省萧山中学以培育“学贯中西、通融古今、富有理想、知行合一”的卓越学子为办学理念,开展学术高中的特色课程建设,经过一年筹备、三年实践逐渐形成系统化的“青年物理学家锦标赛”校本化课程,并编写相应教材,完成课程各项建设。进而全面地培育高中生的学术意识、物理观念、创新意识、科学态度,探索项目化教育新模式,培养物理学术人才,同时将青年物理学家锦标赛打造成为本校萧山中学影响至周边地区的教育特色品牌。

## 1 校本课程开发宗旨与目标

课程来源于国际青年物理学家锦标赛(International Young Physicist's Tournament,以下简称青物赛),借鉴了其中的“学术报告+三方辩论”的赛制模式;以项目化学习结合学术竞赛的形式激发学生物理学

习热情;基于任务驱动,分解任务,以“做中学”实现素养培育。结合课程特点与核心素养指向,主要培育学生以“知识、问题、计划、证据、解释、交流、态度”等素养要素为主要内涵的高中生物理学术力。本课程的具体目标如表1所示。

表1 具体课程目标

基本要素	课程目标
物理知识	阐述 IYPT 题目情景中的实际问题与相关物理知识的联系
问题意识	基于合理推测,发现和提出根据现有知识水平可测量、可探究的有意义的问题
计划意识	(1) 分析计划并寻求其中所涉及的物理概念和与原理。 (2) 撰写详细计划,明确设备、实验仪器、实施条件与步骤。 (3) 尝试并论证计划对计划的可行性进行评估
证据意识	(1) 规范实验测量过程。查阅资料并使用一些新的实验仪器和设备。 (2) 通过查阅文献、观察、实验和调查收集相关数据。 (3) 分析收集到的证据,并选择合适的证据
解释意识	(1) 运用基本的数学方法或信息技术方法进行数据处理。 (2) 用文字、数字、图形、图象和表格等多种形式处理、表达、联系数据。 (3) 对问题进行建模,通过合理的推理解释问题
交流意识	(1) 撰写探究报告、整合数据的收集和处理、表述探究方法、再现探究过程、整合探究成果。 (2) 开展彼此尊重、合作的交流
物理态度	(1) 展示学习物理知识、完成物理活动时的热情。 (2) 不做假、以实事求是态度对待实验结果。 (3) 严谨认真地对待实验细节、实验报告、交流与评价

<sup>\*</sup> 基金项目:本文系 2021 年度浙江省杭州市普高课程专项课题“基于项目式学习的高中 IYPT 校本化实践研究”(编号:2021ZK006)的研究成果。

## 2 校本课程的构建与实施

### 2.1 课程内容的选择与组织

课程中的核心项目为参与一场校本化的青物赛,基于素养要素与课程目标,以“认知·论证·实践·创造”为基本理念,规划课程以核心项目和若干子项目驱动整体课程学习,如图 1 所示。

具体课程内容的选择遵循以下原则:①目标原则,选择的课程内容符合课程目标,能够体现课程目标中的素养要素;②整合原则,把知识、经验和活动

统一起来;③可行性原则,课程内容对于高中生来说是可执行可操作的。本课程具体内容如表 2 所示。

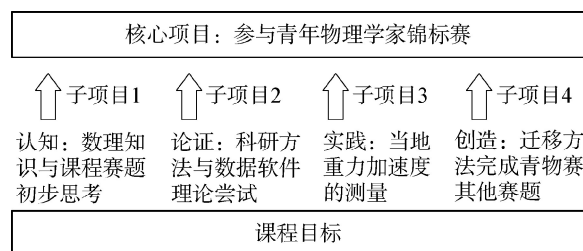


图 1 以核心项目驱动的课程整体设计

表 2 具体课程内容设计

项目	单元	课题名称	素养要素	课程具体目标
子项目 1 认知: 数理知识与课程赛题初步思考	第一单元 给高中物理加点难度: 数理结合铺垫	微分思想在物理中的应用	物理知识	<ul style="list-style-type: none"> <li>运用微积分思想分析受力与速度成一次关系的空气阻力的落体运动情况</li> <li>观看国际青物赛;</li> <li>说出青物赛中各方所需完成的任务;</li> <li>认识本课程中涉及的青物赛试题,并发表对试题的初步理解;</li> <li>结合已学知识,初步讨论测量重力加速度的原理</li> </ul>
		积分思想在物理中的应用		
	第二单元 像物理学家那样讨论: 青物赛初体验	课程活动: 利用微积分解决含阻力的落体问题		
		青物赛观摩		
子项目 2 论证: 科研方法与数据软件理论尝试	第三单元 科学家怎么研究物理: 科研方法简介	青物赛试题分析	问题意识、计划意识、物理态度	
		课程活动: 测量重力加速度方法的理论思考		
	第四单元 信息时代的科研助力: 几种常用软件	科学研究: 一场大众参与的严谨活动	物理知识、问题意识、计划意识、物理态度	<ul style="list-style-type: none"> <li>说出科学研究包含哪些过程;</li> <li>以正确的科学态度对伽利略对落体的研究进行评论;</li> <li>通过文献查询对落体运动问题进行初步研究,并撰写研究综述</li> <li>利用 Matlab 拟合落体运动的轨迹;</li> <li>用 Track 分析落体运动位移与时间的关系;</li> <li>用 Excel 对落体运动数据进行回归分析,并拟合速度随时间变化图象</li> </ul>
		文献研究: 在借鉴与思考中提升		
课程活动: 撰写测量重力加速度研究综述				
Excel: 最基本的数据处理软件				
子项目 3 实践: 当地重力加速度的测量	第五单元 示例 1: 当地重力加速度的测量	Track: 用摄像记录运动	物理知识、证据意识、解释意识、计划意识	
		Matlab: 认识数值模拟		
		课程活动: 利用软件研究落体运动		
子项目 4 创造: 迁移方法完成青物赛其他赛题	第六单元 萧山中学青年物理学家锦标赛	原理研讨与设计	物理知识、问题意识、计划意识、证据意识、解释意识、交流意识、物理态度	<ul style="list-style-type: none"> <li>在不同的摆动系统(单摆、复摆、异形摆)提出测量重力加速度的方法;</li> <li>通过考察、调查模拟实验测量当地重力加速度,并撰写实验报告;</li> <li>体验课堂内的微型青物赛,经历讨论质疑,通过数据说明当地重力加速度的影响因素及其权重</li> <li>撰写探究报告、整合数据的收集和处理、表述探究方法、再现探究过程、整合探究成果;</li> <li>经历萧山中学青年物理学家锦标赛;</li> <li>探究过程中开展彼此尊重、合作的交流</li> </ul>
		实验实施与分析		
		课程活动: 体验课堂内的微型青物赛		
		赛程说明		
		萧山中学青物赛细则		
		课程活动: 参加萧山中学青物赛		

课程内容组织主要遵循学生素养进阶规律。基于“认知·论证·实践·创造”的理念,学生经历基础知识认知、问题解决论证、现场探究实践、交流分享创造的过程中达成物理学术力的提升。随着单元学习的深入,课程内容对学生素养要素调动越多,对综合性素养的要求越高,学生的课堂自主参与度越

大,教师对课程的“放手”程度也越高。

### 2.2 校本化课程的实施

本课程于 2017 年开始筹备,2018、2019、2021 共实施三届。课内时间约 18 课时,其中 8 课时用于理论学习,10 课时用于教师引导探究实践。持续时间约为 18 周。而课外时间约 10 课时主要用于实验

实施、报告撰写、参与比赛。主要利用讲授、报告、实验探究、小组合作、交流评价、以赛促学、项目化学习

等教学策略进行课程教学。其中课程实施的思路如图 2 所示。

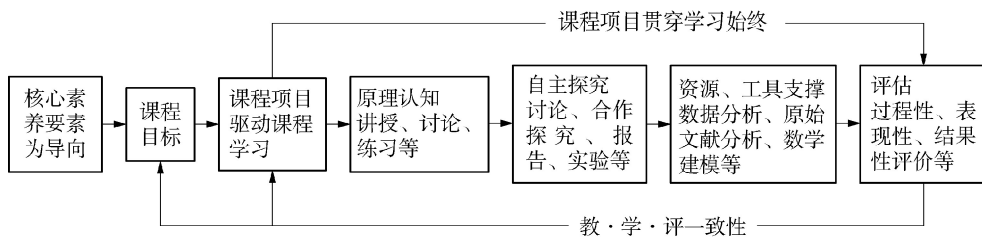


图 2 课程实施的整体思路

课程实施期间学生踊跃参与，并通过公众号宣传、网络直播、校际交流等方式获得了一定的影响力。课程实施主要从以下四个方面完成。

### 2.2.1 倡导课堂内外结合，预备课程提知识

通过前四单元的理论知识学习，以数理知识、软件数据、科研方法、赛题特点等课内外相衔接的知识，对学生的学术基础知识进行补充。在这四单元的学习中，以萧山中学第一届青物赛的经典问题“测量当地重力加速度”为情景，设计相应活动，让学生在经历自主探究、分析、实验应用知识完成相应活动。前期的四单元预备课程主要为了让学生能够在最后的核心任务“参与青年物理学家锦标赛”中，迁移所学的知识与方法，解决新情境中的新问题。

### 2.2.2 组织课内微型比赛，项目合作习技能

为实现“做中学”转变传统线性传授式的课堂模式，使学生能够熟悉探究过程，习得学术相关技能，在结束前期课程后，在第五单元安排一场课堂内的微型青物赛。相比正式的比赛，微型青物赛的最终展示按照简化流程版的“学术报告+三方辩论”开展，但该单元中的学生探究更依赖于教师引导。具体实施流程如图 3 所示。

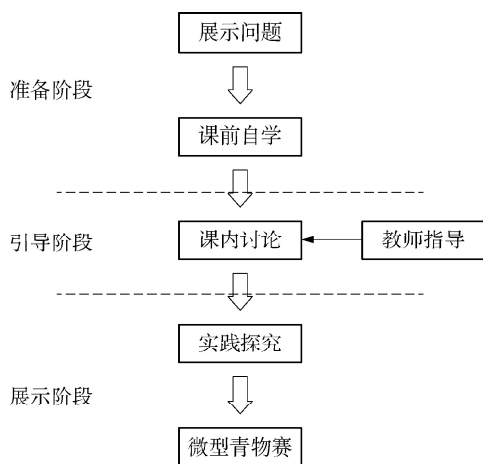


图 3 课内“微型青物赛”教学流程

### 2.2.3 发挥趣味比赛特点，赛场拼搏展素养

组织校本化的青物赛是本课程最大的特点，作为课程核心项目参与青物赛是学生原理知识的迁移应用与学术素养的最终深化。由于国际青物赛面向大学生，其中有些问题对于高中生来说过于困难，同时赛程过于冗长。结合三年的教学，对青物赛开展以下三方面的校本化实践，旨在保留青物赛原有趣味性与要素的情况下，开展适合高中生的青物赛。

#### (1) 赛题校本化

在保留赛题趣味性、开放性的前提下，对其可探究性结合高中知识进行处理，以达到学生“跳一跳能够到”的层次。例如 2019 年第二届青物赛试题：

**例题** 地磁场的测量：地磁场保护了人类的安全，请你设计实验测定当地地磁场的强度和方向。

该赛题具备一定的开放性，存在不同层次的定性定量的实验方法如“霍尔效应法”“磁针偏转法”“反转法”等，同时也具备一定的趣味性，激发学生积极探索，解决该问题涉及高中电磁学相关知识，符合高中生的知识水平。

#### (2) 赛制校本化

在保留原本青物赛“学术报告+三方辩论”即三个队伍要分别扮演不同的角色：报告方(Reporter)、讨论方(Opponent)和评论方(Reviewer)。其中报告方主要负责对实验过程以及结果的报告，讨论方主要针对实验相关细节、结果、结论等与报告方开展讨论，评论方对双方表现进行评论。每一轮报告辩论结束后，三方互换角色。在保持上述特点不变的情况下，本课程缩减了诸如“提问”“准备”等流程，使得每场比赛能在 1 小时内完成。同时设置预赛、决赛制，每届共开展三场预赛与两场决赛。

#### (3) 比赛校本化

在比赛支持上，启用固定评委与开展评委培训以确保评委打分公正。同时为保证学生在比赛前能够有充分准备，在赛前进行初筛、中期检查等形式评

估学生准备情况。

#### 2.2.4 借力学校活动支持,多项举措拓视野

在学校打造学术高中理念支持下,结合学术节活动,邀请各校名师、大学教授来校做讲座,并担任评委。通过讲座、论坛以及赛后点评等形式,拓展学生科研视野。同时,在学校硬件支持下,构建如学术氛围化的实验室布置、学科融合教室建设、比赛校园直播、萧山中学青物赛奖杯与文创等隐形课程,进一步激发了学生参与项目、完成项目与参与比赛的兴趣。

### 3 校本课程评价

#### 3.1 多元化评价框架的构建

课程评价主要指向表 1 所示的素养要素与课程目标,评价手段主要包括赛制评分、课堂观察与学生自、互评三种。

##### 3.1.1 赛制评分

赛制评分,主要针对课程最终正式青物赛,作为结果性评价主要对课程的核心项目:学生参与青物赛的表现进行评价。在一次汇报辩论完成后,每个裁判就各组承担的角色表现打分。计算成绩时,不同角色的加权系数不同,具体为:报告方 $\times 3.0$ ,讨论方 $\times 2.0$ ,评论方 $\times 1.0$ 。

##### 3.1.2 素养课堂观察

素养课堂观察是教师针对学生开展的过程性评价。课堂上,教师针对不同小组在不同素养要素上进行评分。对于不同的素养要素,其表现有所不同,如对于“证据意识”,可界定如表 3 所示的具体表现,进而判断打分。

表 3 证据意识具体表现

证据意识	具体表现
0	未表现证据意识
1	对于学过的仪器,能在他人指导下收集数据
2	使用所学的基本的器材获得数据
3	使用基本的器材获得数据;能分析数据,发现特点
4	选用合适的器材获得数据;能分析数据,发现其中规律
5	分析数据特点,灵活选用合适的器材,用多种方法分析数据,发现规律

##### 3.1.3 学生自评、互评

主要在项目汇报时,对汇报、论证、表达过程中

(上接第 30 页)

的物理核心素养。

#### 参考文献

[1] 教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版)[S]. 北京:人民教

育出版社,2018. 1.

[2] 郭奕玲,沈慧社. 物理学史[M]. 北京:清华大学出版社,2005.

[3] 夏丽. 浅谈以科学探究为载体培养学生的物理学科核心素养[J]. 物理教学,2020(9):15.

表 4 汇报论证表现性自评、互评表

	1	2	3
小组合作	没有合作	偶尔有合作,合作偶有不畅	一直有合作,合作效果良好
形成材料	不能形成相关文字、视频等材料	能够形成材料,但材料不够充分	能够形成充分、有条理、丰富、多样化的材料
问题意识与信息搜索	没有明确问题,没有针对性地进行信息搜索	对于问题有模糊地认识,尝试进行信息搜集	明确问题并能够进行有效地信息搜集
问题解决	对于问题的解决能够有所思路,但是没有提出解决方案	能解决问题,但是对于问题解决的方法论证不够充分	能够完美解决问题,并深化问题,延拓问题本身的意义
自我反思和改进	没有进行反思与改进	形成了自我反思,但缺乏细节描述	能够形成含细节描述与改进措施自我反思

### 4 总 结

实践中构建了以青物赛赛制为基本特点,以“认知·论证·实践·创造”为基本理念,遵循学生素养循序渐进发展的校本化课程。通过微信公众号宣传、校企合作推广青物赛模式,实现创新型人才协作培育。基于青物赛的校本课程为资优生的培育打开了一条新的路径。不同于讲授式、线性的、课时主义的传统课堂,课程立足于学生自主探究,以项目驱动学生主动学习,激发学习热情,释放学生探究活力。在该种模式的课程下,学生的成果产出也并非局限于简单的分数,例如有不少的参赛同学将参加课程成果转化为学术报告,甚至形成专业的学术论文发表于专业期刊上,例如参加第二届课程的陈易楠、许易成同学根据对地磁场的探究撰写论文《地磁场水平分量的测量》发表于《物理通报》2019 年 12 期<sup>[2]</sup>。

#### 参考文献

[1] 陈玉琨. 为何要建学术性研究型高中[N]. 中国教育报,2020-7-26(3).

[2] 陈易楠. 地磁场水平分量的测量[J]. 物理通报,2019(12):125-128.