

# 指向高阶教学的初中物理跨学科实践活动设计与实施

## 以“斜拉桥的原理与模型制作”项目化学习为例

孙黎军

上海市田林第三中学

### 摘要

2022 版义务教育课程方案与课程标准实施以来，素养导向的教学改革进入深化阶段，虽然在新课程理念的指引下，教学正在发生明显变化。但是若做更为细致的分析，可以发现这些转变多数仍停留在形式上<sup>[1]</sup>。本文将以上海沪科版初中物理八下教材跨学科实践活动《斜拉桥的原理和模型制作》项目化学习为例，将高阶教学的理念进行落地式地尝试和探讨。

**关键词** 高阶教学；项目化学习；初中物理；斜拉桥；核心素养

### 一. 问题提出

2022 年 4 月，《义务教育物理课程标准（2022 年版）》（以下简称“新课标”）正式颁布，明确将物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任作为学科核心素养，强调以真实情境为载体，帮助学生完成从知识识记到能力应用、再到素养养成的层级发展。但是在教师实践层面，多数人仍停留在形式上。高阶教学就此提出突破教学的形式化桎梏的核心是引导学生在真实情境中经历知识建构并运用知识解决真实问题。本文以上海新课程教材八下《简单机械 功与能》一章中跨学科实践活动《斜拉桥的原理与模型制作》为核心内容，通过项目化学习教学设计，以“如何设计制作一个坚固的纸斜拉桥”为驱动性问题，探讨实施具有高阶教学特征的教学案例，希望成为新时代教师从“知识传授者”向“学生素养发展赋能者”的角色转型提供实践参考。

### 二. 项目化学习：高阶教学理念下的跨学科实践载体

高阶教学并非某种固定的教学模式，而是对理想教学样态的系统描述：教师引导学生在真实情境中经历知识建构，并运用知识解决真实问题，在此过程中发展高阶思维与核心素养<sup>[1]</sup>。将这一理念落实到跨学科实践活动中，项目化学习提供了可行的实施路径。高阶教学的六个关键特征——促进所有学生公平发展、以核心素养为教学目标、围绕学科核心概念组织内容、遵循学习规律设计任务、促进学生深度参与教学过程、开展融入全过程的伴随式评价<sup>[1]</sup>——正是项目化学习设计的核心要素。

从教学内容组织看，高阶教学提出组织教学内容要围绕学科核心概念，强调结构化的教学内容。以单元教学为实施形式，围绕主题目标、探究（或教学）、表达与评价开展教学活动。项目化学习设计则是教师从学科素养出发，将知识点从碎片式地学习向有机地、模块式地组织起来，制定有主题与目标的探究叙事活动，从而在学生的学习过程中高度体现探究性与高阶思维的特征。

从学习过程设计看，高阶教学要求“遵循学习规律”，引导学生运用关键步骤、利用思维工具进行主动的意义建构。项目化学习恰以“入项—探究—出项”的基本流程回应了这一要求<sup>[2]</sup>。学生在面对真实困惑时，教师并不直接给出答案，而是通过启发性追问，促使学生意识到可以自主设计实验、收集证据、发现规律，再将其应用于问题的解决。这一过程不是形式上的“动手做”，而是认知层面的深度卷入。

从学生参与状态看，高阶教学追求的“深度参与”不只体现为活动频次，更体现为思维活动的紧密缠绕。在项目化学习中，不同小组往往选择不同的探究方向，呈现出多样化的研究

路径与发现。当一组学生展示自己的探究成果时，其他学生基于倾听提出追问或质疑，那些此前被忽略的变量或视角往往由此被激活，进而激发新一轮的研究。这种基于真实困惑的生生互动，远非“师问生答”所能比拟，学生真正成为学习的主人。

从评价方式看，项目化学习的评价有对成果、汇报交流的评价，更有对整个学习实践过程的评价，这完全符合高阶教学在教学的全过程都有评价贯穿其中，伴随式地、即时地给予学生反馈和指导的要求。评价不再是由教师单方给出的终结性判断，而成为学生反思、迭代、再出发的引擎。

### 三. 斜拉桥项目化学习设计流程

初中物理跨学科学习内容是项目化学习很好的载体，是实现高阶教学，提升核心素养的实施路径。《斜拉桥的原理与模型制作》是初中物理第八章《简单机械 功与能》跨学科实践。斜拉桥跨越能力大、受力体系优化、造型美观，更是我国基建成就的一张名片，涉及工程、物理，其原理与杠杆、杠杆的平衡条件知识有极高契合度，能帮助八年级的学生提高核心素养的同时，增强对我们过基建造桥能力的自豪感，蕴含丰富的育人价值。

#### (一) 项目目标

本次斜拉桥的原理及模型制作课程以项目化学习的形式开展，总体分为以下三个环节，将真实工程问题转化为学生的探究任务，让学生在完整的项目实践中，完成从知识理解到模型建构、再到问题解决的层级发展，真正落实新课标对物理学科核心素养的培育要求，破解教学浅表化的核心困境。

#### 环节 1: 观察与设计:

(1) 通过了解我国斜拉桥桥梁工程的发展成就，增强民族自豪感与家国情怀。

#### (2) 通过斜拉桥结构

分析与模型探究，深化对杠杆五要素、平衡条件等核心概念的本质理解，能够将真实的桥梁结构抽象为物理模型，实现知识的迁移应用。

#### 环节 2: 实践及改进:

(1) 通过控制变量实验设计、多动力杠杆规律自主探究、实验方案迭代优化等环节，发展学生的模型建构、逻辑推理、批判性思维与创新能力。

(2) 经历完整的“问题 — 证据 — 解释 — 交流”科学探究过程，熟练掌握控制变量法等核心探究方法，提升运用物理知识解决真实工程问题的能力。

(3) 在实验探究中培养严谨求实的科学态度，在小组合作中发展团队协作与沟通交流能力。

#### 环节 3: 交流与评价:

(1) 通过将实验探究过程的向其他小组的汇报交流，推动学生对探究过程进行反思，

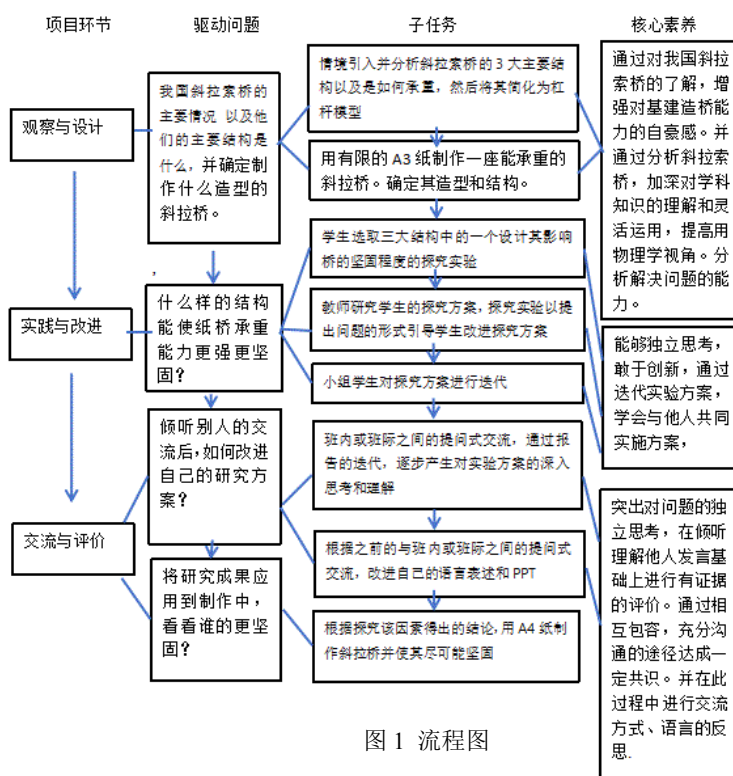


图 1 流程图

促使学生分析、评价以至于创新，促使学习的深化，从而迈向高阶思维

(2) 增强学生自我认知，能从多角度看待自己的做得好与不够好的地方，通过多维的评价体系，提供更全面、客观的成长视角。

## (二) 项目实施

### 环节 1: 观察与设计:

活动设计: 通过介绍生活中著名的斜拉桥尤其是我国的斜拉桥及其所取得的进步和成就如图 2。了解斜拉桥的主要结构与桥塔类型对斜拉桥的作用。通过利用所学的知识, 将斜拉桥简化为杠杆并寻找其中的支点与动力、阻力如图 3。学生根据自己感兴趣的斜拉桥, 确定自己要用 A3 纸制作斜拉桥的造型并具有一定的承重能力。

实际实施情况: 我们在该环节的具体实施过程中, 发现全体学生都被斜拉桥简洁的结构, 极大的跨度和优美的造型所吸引, 对自己亲手造一座桥的任务跃跃欲试。这样的任务发布充分关注到了各类学生群体, 打破了有些学生未学先怕, 枯燥乏味的固有学习壁垒, 实现有效促进所有学生都能公平发展的教学特征。

### 环节 2: 实践及改进

活动设计: 按照之前交流讨论的合理方案, 利用控制变量法探究斜拉桥中承重能力的影响因素, 经历操作步骤与实验数据的分析, 获得实验结论。并将实验方案和实验数据以及结论与指导教师交流, 听取指导教师意见, 对实验方案进行迭代。

实际实施情况: 区别于传统的师生互动模式, 学生在“什么样的结构能使模型桥更为坚固”

这一驱动问题下, 在真实情境中产生的真实问题, 由于不同小组所选的研究对象以及研究方法各不相同, 所以教师必须立足某小组的实践研究来指导学生的研究方案。比如有一个小组所选的探究问题是: 斜拉索承受的拉力受哪些因素影响? 但是在开始之初小组成员就碰到了棘手的问题, 他们所选的斜拉桥造型是星型如图 4, 将其简化成的杠杆模型如图 5, 有两个动力  $F_2$ 、 $F_3$ , 属于多动力杠杆平衡问题了, 而在补充了课程内容中杠杆平衡条件(一个动力的杆杆平衡条件)以后, 问题仍然没有解决。学生就将他们的困惑给到了指导教师。教师提示: 一个动力和一个阻力的杠杆平衡条件是如何得到的? 学生说是通过实验。教师又问: “那你们的这个问题能否也尝试去用



图 2

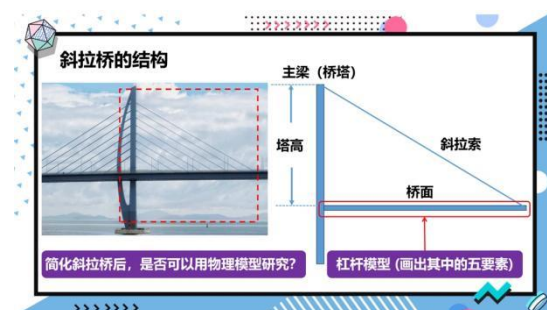


图 3

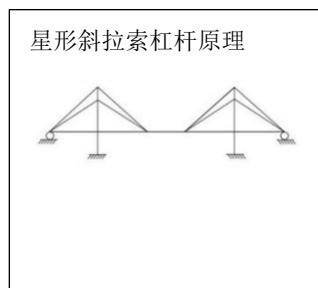


图 4

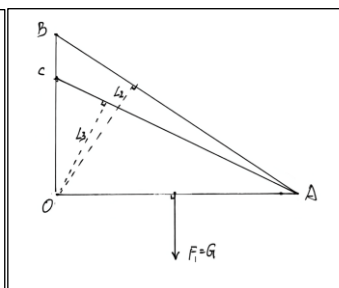


图 5

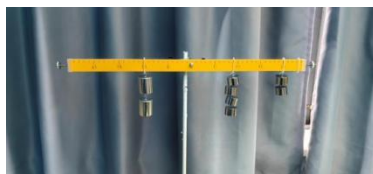


图 6

实验来探究呢？”于是学生马上在原来课堂实验的基础上开展了多动力杠杆平衡实验如图6，记录数据如表一所示，学生发现：在多力使杠杆平衡时， $F_1L_1=F_2L_2+F_3L_3$ 。学生将自己的发现应用于模

型中，并且AB和AC两段拉索，在制作模型时是由同一根绳子绕过A点，分别固定在B、C两点的，所以是同一根绳子的力学特点，故 $F_{b1}=F_{b2}$ ，

这样模型就进一步简

化成了 $F_1L_1=F_2(L_2+L_3)$ ，学生在确定了自己所制作的模型中OA，OB的长后（如图5），又碰到了问题：承重力大这个实际需求怎么通过这个式子来实现？小组成员在于指导教师的交流后，抓住了关键，每根拉索的承受力是有限，所以这个问题就是由桥梁设计时的承重力决定。在这里学生决定将其简化为省力杠杆，即 $F_2 < F_1$ ，得到了 $L_2+L_3 > L_1$ 的结果。再运用数学工具（勾股定理和三角形面积），求得了拉索在主塔上的位置（如图7）。

在整个解决两根拉索相对的固定位置问题的过程中，学生以极大的求知热情投入到问题的解决中，享受每一次与同伴钻研突破后的欣喜。师生针对问题的思维活动紧密缠

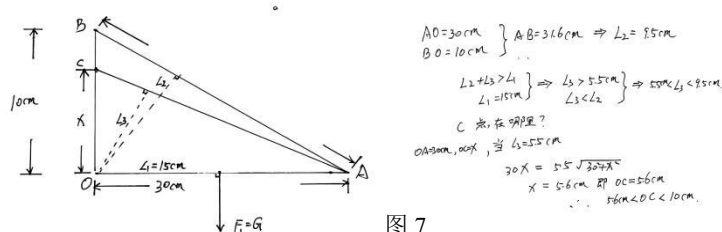


图7

绕，始终围绕新课标中杠杆核心概念进行教与学的活动，并在此基础上迁移了课堂研究的方法，自主探究受多力时杠杆的平衡条件，引导学生运用思维工具主动建构，实现向高阶思维的跨越。整个过程中学与教自然而然地发生、演变，实现了向高阶教学的迈进。

### 环节3：交流与评价

活动设计：在某小组成员汇报实验方案、数据以及得出的结论后，由其他各组学生根据项目评价表（如图8）中的评价要点作出评价。而在其他小组学生听取汇报时根据产生的困惑提出问题，通过教师收集、归纳，然后由该小组成员解答。

小组	对象	评价内容	自评等级	互评等级	是否理解 不理解的地方在于	知识运用 存在科学性错误是	研究过程 存在不合理之处是	该组研究 对于我们组的帮助
实验探究	信息搜集							
	实验过程							
	交流汇报							
综合	团队协作							

图8

学生实际表现：首先许多小组交流后，通过评价表获得的结果都是“好，很好”，完全没有区分度。说明八年级学生尚未具备明确的评价标准。在教师与学生讨论后，改进了评价表（如图9），加入了较为具体的不同等级表现描述，改善了评价结果。此过程中，学生深度参与了评价量表的设计和进步，使得学习评价更为有效地促进了教师对学生，学生对教师，学生对自己的多元、全方位、多层次的了解，为教师优化后续设计、学生优化学习研究策略提供了可靠的依据。

其次，许多小组在交流后根据同学提出的问题修改了自己的实验方案。但是由于课时的原因已经无法再次交流，于是学生们和教师们就协商出一个折中的方案。班级中选出交流表现好的作为代表，将交流和纸桥作品一起在整个年级层面举行最终的PK。对于学生所爆发出的热情教师也异常欣喜，于是就有了《斜拉桥原理与模型制作》第一届大赛。学生对于自己迭代了多次的实验方案有极强的自我认同感，这充分证明：体验过高阶思维过程的学生，更愿意去做、去辨，无惧挑战来发展自己的能力。在这个环节中出现的教学中常会有预设之外的情况，比如这次年级比赛。评价的即时性和针对性，强调反馈与即时相应优化教学策略。教师要做好的不仅要是课前的酝酿和课中的教学生成，更要把课后的收尾包括进去，将课前、课中、课后融为一体，进行全过程的评价。

学生深度参与教学过程是高阶教学的关键特征之一，师生互动意外，生生互动也是促进学生高阶思维的发展重要途径。以下就是一个案例。在此环节中一个小组探究的是承受能力与桥墩结构的关系（桥墩主要受来自桥面的侧向力）。他们决定将三棱柱作为桥墩的形状如图10，研究的问题是制作三棱柱内层数对承受能力的影响。

实验方案：将相同长度的纸质三棱柱水平方向放置，通过在中点悬挂固定重力的钩码，测试桥墩结构的横向承受力。如图11

通过数据如表二，小组成员得到的结论是建造三棱柱的纸张层数越多，承受力越大。

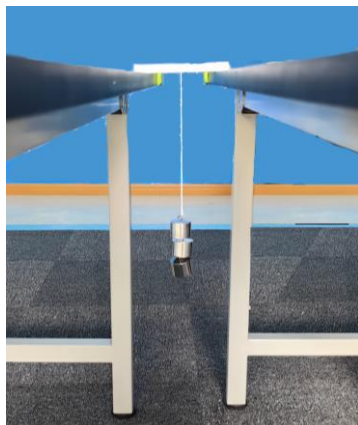


图 11

斜拉桥原理与模型制作表现评价

（注：自评、互评均填写等级）

对象	评价内容	等级	评分标准	自评	互评
实验探究	信息搜集	A	能多渠道收集信息并有思考分析		
		B	能合理引用收集的信息		
		C	未能筛选有效信息，存在错误		
	实验过程	A	依据实际制定目的，方法新颖，能应用结论		
		B	有实验目的，方法严谨，结论合理		
		C	无实验目的，缺少方法，结论不明		
	交流汇报	A	利用数字设备或板书，语言规范，有互动展望		
		B	利用数字设备或器材，语言流畅，有反思		
		C	无数字设备或器材，交流时逻辑混乱，不自信		
B		分工较为明确，基本完成任务，协作效率一般			
		C	无明确分工，完成率较低		

对其他小组点评的步骤：|

第\_\_组：

他们的分享是否能听懂？不理解的地方是\_\_\_\_\_

该小组在运用物理知识上是否存在科学性错误？\_\_\_\_\_

该小组在实验研究过程中是否存在不合理之处？\_\_\_\_\_

该小组的研究对于我们组的帮助在于？\_\_\_\_\_

图 9



图 10

层数	承重 (g)	层数	承重 (g)	层数	承重 (g)
1	50	2	300	3	600
1	100	2	400	3	700
1	200	2	500	3	800
1	300	2	600	3	900
1	400 (4 秒)	2	700 (10 秒)	3	1000 (3 秒)

表二

小组同学将自己的实验数据展示交流后，其他学生对他们的实验方案提出一个问题：挂重物的时候，三棱柱用不同的位置受力（棱朝上受力或者面朝上受力）会不会影响实验结果。这个问题是该小组同学之前从未想过这一新的变量对测试其承重能力的影响。这也激发了他们的迫切想知道答案的求知欲。开始了进行新一轮的研究。

小组同学通过实验结果如表三，发现两种测试方法，对其承受力几乎没有影响。对此他们有些疑惑，于是自己去网上查了相关资料并对原因进行了猜想：这可能正是三棱柱这种形状的特点。最后得出结论是：1、最大承重力与层数成正比 2、三棱柱最大承受力与棱、面处受力无关。由于班级同学都对这个研究很感兴趣，该小组学生在交流中又展示了自己迭代后的实验方案，获得了班级同学的普遍认可，并作为班级代表之一站上了年级的展示舞台。

棱/面	层数	承重 (g)	棱/面	层数	承重 (g)	棱/面	层数	承重 (g)
棱	1	50	棱	2	300	棱	3	600
棱	1	100	棱	2	400	棱	3	700
棱	1	200	棱	2	500	棱	3	800
棱	1	300	棱	2	600	棱	3	900
棱	1	400 (4 秒)	棱	2	700 (10 秒)	棱	3	1000 (3 秒)
面	1	100	面	2	400	面	3	400
面	1	200	面	2	500	面	3	500
面	1	300	面	2	600	面	3	600
面	1	400 (10 秒)	面	2	650 (2 秒)	面	3	650 (2 秒)

表三

### （三）反思与展望

纵观整个设计与实施过程，本次项目化学习始终围绕了物理新课标中杠杆的核心内容、科学思维、科学探究与情感态度价值观这四个核心素养展开单元化的设计，同时充分顺应学习规律，通过引导关键步骤，实现主动的意义建构，整个过程中学生在驱动问题的导引下始终积极思考、迭代自己的实验方案、改进评价方案，整个过程都有师生、生生的即时的伴随式的评价，并且之后有针对性的反馈与优化，在学生个体这一立足点，以个性化的辅导发展了他们的核心素养，促进了不同类学生群体公平发展的目标，实现了教学向高阶教学的跨越。

由于时间上的限制，课时方面仍然无法满足每个小组改进后实验方案的交流。而教师由于课余时间有限，无法做到每个小组的实时跟踪指导。

### 四、结语

高阶教学是新时代素养导向教学改革的核心路向，其本质是对传统“知识本位”教学逻辑的根本性重构，核心目标是破解课堂教学的形式化、浅表化困境，真正实现以学生为中心、以核心素养培育为目标的深度教学。本文以初中物理《斜拉桥的原理与模型制作》项目化学习为载体，探索了高阶教学在初中理科课堂的落地路径。实践证明，以问题驱动为核心的探究设计，能够有效推动学生从“被动接受”转向“主动建构”；以研究过程教师启发提问、交流过程真实扒开问题，为支撑的过程优化，能够实现学生思维的层级进阶。二者的结合，让高阶教学从理论理念转化为了可操作、可复制的课堂实践，真正让课堂教学从“形式变革”走向“本质深化”。未来，我们仍需持续深化高阶教学的实践研究，不断完善实施路径与策略，积累更多典型的教学案例，开发可推广的教学工具，让高

阶教学真正成为落实立德树人根本任务、提升基础教育教学质量的核心抓手。

#### 参考文献

- 1 王洋 走向高阶教学：新时代教学改革的一种路向 [J]. 上海课程教学研究, 2023 (5): 3-5,15
- 2 夏雪梅 项目化学习设计：学习素养视角下的国际与本土实践 [M] 北京：教育出版社, 2018: 23