

基于工程实践项目，提高科学核心素养 ——以初中科学《降落伞设计》一课为例

麻妍劫

上海市青浦区实验中学，上海 200000

摘要：随着“双新”政策的不断推进，技术与工程实践能力已成为初中科学核心素养的重要组成部分。以科学课《降落伞设计》为例，在真实情境下，围绕“明确问题、设计方案、实施计划、检验作品、改进完善、发布成果”等工程实施要素展开教学，提高学生对科学学习兴趣、实践探究能力和高阶思维品质，发展学生科学核心素养。

关键词：工程实践；科学；核心素养

Improve Scientific Core Literacy Based on Engineering Practice Projects -- Take a Junior High School Science "Parachute Design" Lesson as an example

Ma Yanjie

Shanghai Qingpu District Experimental Middle School, Shanghai 200000

Abstract: With the continuous advancement of the "Double New" policy, technology and engineering practice ability has become an important part of junior high school science core literacy. Taking the science lesson "Parachute Design" as an example, in the real situation, the teaching is carried out around the engineering implementation elements such as "clarifying problems, designing schemes, implementing plans, testing works, improving and perfecting, and releasing results", so as to improve students' interest in science learning, practical inquiry ability and high-level thinking quality, and develop students' scientific core literacy.

Keywords: engineering practice; science; core quality

一、研究背景

在义务教育阶段，初中科学教育是培养公民科学素养的重要途径。科学素养的培育包括科学观念、科学思维、探究实践和态度责任四个方面，其中探究实践活动是落实学科核心素养的必要路径，而工程实践是开展探究活动的重要方式。《义务教育科学课程标准（2022年版）》首次明确将技术与工程实践能力作为培养学生科学核心素养目标的重要指标^[1]。

从当前科学教育情况来看，随着“双新”政策的不断推进，不少教师逐渐形成对学生开展工程教学实践的意识，但在教学过程中教师首次接触这一领域^[2]，缺乏课堂有效实施工程教学的策略；部分教师将工程实践与劳动课程画上等号，只强调课堂上的动手操作，缺乏培养学生在实践过程中的创性思维与反思能力，掐断了工程实践教学发展学生科学核心素养的路径。如何“将工程教育融入科学课堂，为学生提供动手实践机会的同时，发展学科核心素养^[3]”是当前亟待解决的问题。

本人以“工程实践项目”为导向，探讨双新背景下科学课中落实工程实践教学的策略与方法，为充实科学探究活动，提高学生核心素养提供借鉴。

二、对工程实践项目的含义解读

工程实践是指工程师所从事的工程构想、设计、实现和运行

工作。让学生从工程师的角度去考虑设计的一般过程，体验工程从粗糙到精致最后到完善的过程，能极大地锻炼学生科学思维、探究实践等核心素养。^[4]

以工程实践为导向的课堂教学活动需要教师创设真实问题情境，引导学生在真实情境的问题解决过程中感受解决方案的多样性、工程处理问题的规范性，以及根据反馈改进作品的必要性^[5]。在完成任过程中，经历明确问题、设计方案、实施计划、检验作品、改进完善、发布成果等过程，培养学生的工程实践能力和创新能力。设计是工程实践的本质与核心^[6]。因此，教学的重心要落在设计上，感受实际条件对设计的制约，努力孵化创意、熟悉方法、培育思维。用工程的方法和设计制造出的作品或实物模型，一方面在设计制作中需要应用科学原理，另一方面可以帮助学生更好地理解科学原理，使科学技术与工程成为一个密切相关的整体。

三、教学设计与实施

（一）教学内容

本项目研究的内容《降落伞设计》属于上海远东版《科学》七年级第二学期《宇宙与空间探索》单元中的一课。这一单元以介绍“宇宙和空间技术”为主，了解空间探索需要的条件、航天员探测面临的问题，认识人类探索宇宙的艰辛历程和航天事业取得的成就，体会科学技术对探索宇宙的重要支撑作用。

本节课探讨航天器在往返地球过程中，降落伞应该怎样设计才能达到良好的性能，实现飞行物的安全返回？引导学生运用力学知识和工程技术进行降落伞制作，并通过实验测试验证降落伞性能的好坏。

（二）教学实施

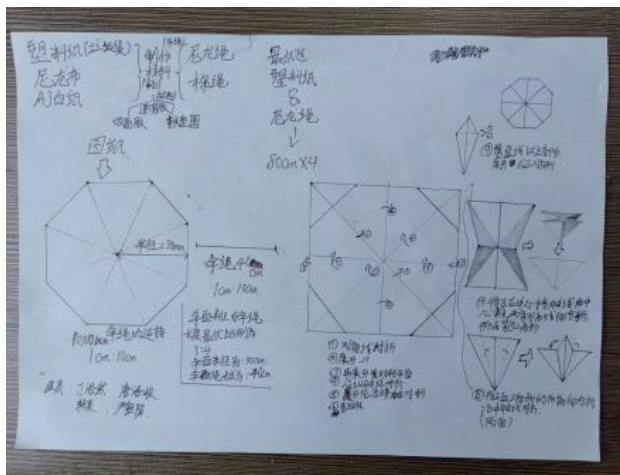
1. 创设情境，明确工程问题

教师出示神舟号返回教学视频，创设真实问题情境：我国神舟号载人飞船在返回时需要借助降落伞减缓飞行速度，确保飞行安全。那么，降落伞应该如何设计能够实现这一目的，使降落速度达到最慢？

意图：利用教学视频激发学生的学习兴趣，借助真实问题使学生明确本节课要解决的工程问题和本节课的学习目的。

2. 方案设计与讨论

根据任务驱动，教师引导学生提出“影响降落伞下降性能的因素”假设，如“伞绳长度、伞面大小、伞面材料”等，并提供活动器材，组织学生根据假设和所给的材料展开小组讨论，设计一顶下降性能良好的降落伞和实验测试方式，画出设计草图。教师随后选取多组方案呈现于屏幕，展开组间评价。学生在对展出的文字和图片进行比较后，有了自己的想法。A组研究的是伞面材料，他们用保鲜袋做伞面设计，理由是保鲜袋轻巧，不会提高伞面质量而加快降落速度。B组对他们的设计提出了自己的补充意见，既然要研究材料对降落快慢的影响，那就要用多种材料进行比较测试，而且这几种材料的形状、大小设计都要一样。教师由此提出“为何要保证伞面材料的形状、大小设计一样”的疑问，A组立刻领悟出这些条件会干扰测试结果，为了保证测试的公平性必须这样设计。C组研究的是伞绳长度，他们选用棉线进行实验，把绳子裁剪为5厘米、10厘米、15厘米、20厘米长度，再选取材料、形状和大小都相同的4个伞面，用透明胶把不同长度的伞绳固定在伞面的四个角落。这组的设计看似完美，得到其他组的一致认可。教师没有做出评价，但就“伞绳是否越长越好”引发集体思考。思维的碰撞总会闪现智慧的火花，“绳子过长容易缠绕”这是学生讨论后给出的答案，“那么多长比较合适？”，教师的追问又使大家陷入了深思。最后，在教师建议下，大家决定用实验数据来解答疑惑。



> 图1：降落伞设计图

意图：学生结合所学知识，发挥自主性和创造性展开方案讨论与设计，讨论时综合诸多因素分析对设计的影响，如控制变量方法在方案设计中的运用。学生撰写实验设计思路和绘制实验简图是将方案设计具体化和形象化的表现形式，这是工程实施的重要环节。学生对设计方案展开评价，勇于表达自己想法，也是对他人观点提出质疑的大胆表现。

3. 实施方案，建立模型

各小组在确定方案设计后，按照图纸搭建模型，制作降落伞，教师巡视指导，强调安全注意事项。制作时，组内成员相互配合，分工协作。也有动作快的小组在完成自己的任务后帮助其他小组一起制作。

意图：工程项目强调以小组合作、自主探究的方式展开学习，充分发挥学生的学习积极性和主观能动性，留给學生充足时间思考、交流和实践。教师关注学生学习表现，鼓励学生相互帮助，发挥团队合作精神。



> 图2：学生制作降落伞

4. 检验作品，改进完善

模型建立后，各小组通过实验测试降落伞的性能好坏，将降落伞模型从指定位置（3层楼高度）做自由落体运动，降落伞下绑定重物（一个钩码），教师计时，根据降落时间比试模型降落性能。每组测试2次。测试结束后，各小组发现了自己制作的降落伞问题所在。如A组研究的是伞面材料，他们用保鲜袋、报纸和布搭建模型，然而，在测试中发现，3顶降落伞的下降速度非常快且几乎相同，很难用计时器进行比较与判断。在这一刻，A组几乎得出“伞面材料并不影响降落伞下降速度”的实验结论。可当他们注意到D组的探究因素和他们相同，但测试结果却截然不同，A组学生又陷入了迷茫。很快，2组学生展开了“头脑风暴”。在对各自的模型进行比对分析后，A组发现了问题：伞面设计不够大，导致降落伞在下降过程中承受的摩擦力太小。他们快速否定了原先的结论，重新调整后进行了再测试。又如，C组在测试中得出“伞绳越短，降落速度越慢”的结论，但他们发现绳子太短时，降落伞无法充分张开；绳子太长，则容易缠绕，失去平衡。“怎样的长度最合适？”，他们在将自己的降落伞和他组进行比对后，找到“伞绳比伞面对角线的长度略长一点”的效果最为理想。学生在开展探究活动时，教师围绕科学核心素养4个维度，

组织各小组对同伴表现、自我认同和降落伞制作质量展开过程评价，以下是学生在探究中使用的过程评价量表。



图3：学生测试降落伞性能

表1：降落伞设计与制作活动过程评价量表

评价维度	评价内容	评价等第			小组互评	小组自评
		★★★	★★	★		
降落伞设计	科学观念 知道工程的关键是设计；知道影响降落伞性能的因素	完全知道	基本知道	基本不知道	☆☆☆	☆☆☆
	科学思维 能发挥想象和创造，运用科学方法设计符合要求的降落伞；能对他人的设计提出合理的建议和看法	完全能	基本能	基本不能	☆☆☆	☆☆☆
	探究实践 能绘制规范的设计图并优化方案，分工明确，活动服从组长安排	完全能	基本能	基本不能	☆☆☆	☆☆☆
	态度责任 对活动充满兴趣，树立科学严谨的态度，乐于设计多种方案，展开交流与合作	完全能	基本能	基本不能	☆☆☆	☆☆☆
降落伞制作	科学观念 知道工程是设计方案物化的结果	完全知道	基本知道	基本不知道	☆☆☆	☆☆☆
	科学思维 能够发现问题，及时改进	完全能	基本能	基本不能	☆☆☆	☆☆☆
	探究实践 愿意小组合作，帮助同伴，能够根据设计制作较为理想模型	完全能	基本能	基本不能	☆☆☆	☆☆☆
	态度责任 对活动充满兴趣，具有实事求是的科学态度，乐于分享自己的观点	完全能	基本能	基本不能	☆☆☆	☆☆☆

意图：学生对作品进行测试和完善是工程实践教学活动的关键环节，通过这一环节，提高学生反思批判能力，在生生相互启发中，不断优化作品；这一环节同时内化学生所学知识，感悟学有所得和学有所失，积累成功经验和失败的教训，为下次工程项目的学习和实施做好铺垫。学生借助过程评价量表从自评中发现

自身学习的薄弱之处，从互评中提升交流合作意识。

5. 展示交流，发布成果

项目最后，各小组对自己的降落伞作品进行展示交流，阐述降落伞的结构设计和在工程实施过程中遇到的问题及改进方法，教师对各组的降落伞设计和制作进行最终评价和打分。

表2：降落伞设计与制作结果评价量表

	评价内容	评价等第
降落伞设计	科学性：选用合适材料；尺寸合理；运用科学方法展开设计研究	☆☆☆
	创造性：外观具有新意	☆☆☆
	美观性：设计图清晰、工整、规范	☆☆☆
降落伞制作	美观性：做工精致	☆☆☆
	功能性：能定点降落，用时长	☆☆☆
	创造性：外观具有创意	☆☆☆

意图：工程项目成果展示使学生获得项目学习成就感，提供学生表达交流，展现自我的机会，同时通过交流也是对项目活动的反思和复盘。教师借助结果评价反馈学生学习成果的表现，增添学生学习自信。

四、活动效果

（一）测试分析

活动结束后，教师结合降落伞设计与制作活动，围绕科学“核心素养”四方面对学生做了后测分析，对调查数据整理和归纳后，形成数据分析表：

表3：“降落伞设计与制作活动”后测结果统计表

维度	班级人数	等级		
		良好	一般	较差
科学观念	41	25(61%)	13(31.7%)	3(7.3%)
科学思维		22(53.7%)	13(31.7%)	6(14.6%)
探究实践		25(61%)	11(26.83%)	5(12.2%)
态度责任		20(48.78%)	14(34.1%)	7(17.1%)

表中看出，围绕科学“核心素养”4个维度，学生答题获得的良好比例接近甚至超过了50%，而较差比例均低于20%，即借助工程实践项目开展学习活动，学生科学素养是得到良好发展的。因为工程实践是学生自己通过模型建构和工程设计获得认知，有利于学生加深对科学知识的理解并且更好地将科学知识融入问题解决之中。另外，测试结果显示，48.78%的学生愿意科学课上开展类似降落伞这样的工程学习活动，这比单纯坐在课堂中听教师灌输讲解更有意义。可见，用工程实践项目开展教学活动，学生学习科学的兴趣充分点燃，学生的身心朝正向积极发展。

（二）学习过程分析

工程教学活动重在探究和实践，研究中学生应用已有材料，依据自己的先前知识设计方案，搭建模型，在设计过程中，结合所想，提出疑问，完善认知结构，内化科学概念^[7]。这一过程学生学会了提出问题，质疑和反思，他们能与其他同学协作交流，他们的科学知识、科学思维、探究实践、表达交流等同步得到发

展和提高^[8]。

根据以上分析，我提出了自己的教学感悟：

1. 用生活情境激发学生科学探究的兴趣

在工程实践教学活动中，教师在引导学生探究产品结构和设计时，应联系生活，为学生创设真实的学习情境，使得学生能够清晰且真切地领悟到所学知识与实际生活中随处可见的工程和技术之间存在的紧密关联。这种紧密的联系激发了学生的学习兴趣 and 探究渴望，也有利于将其科学学习与其他学习统一在探究实践当中，由此形成良性循环，激活实践育人价值。

2. 通过动手实践发展学生科学探究能力

工程技术的关键是将科学原理运用到设计、解决实际问题 and 制造产品的活动中去^[9]；是能利用原理把自己的创意转化为模型 or 实物的过程；是能对自己的设想利用原理进行改进，在制作过程中 or 完成后进行相应的测试 and 调整的过程。在这个过程中教师指导学生设计，鼓励学生针对问题科学调整，学生能够借助科学探究来进行严格验证。学生不仅要动脑思考、动心感受，还要动手操作，这是对学生探究能力的锻炼，也是让他们在实践中深刻领悟科学本质的有效途径。

3. 建构多元评价体系形成学生高阶思维品质

工程设计方案 and 模型作品的完善需要经历反复打磨 and 不断修

改，这一过程实际上需要学生建立起头脑风暴式的思维交锋，形成生生评价、小组合作、自我批评 and 修正等不同评价方式^[10]，学生能够形成自己的主张，同时提出有价值、合理、新意的观点。评价产生的思维交锋关注的是学生创造力，观察力、反思能力 and 质疑、批判能力的发展。这些能力是学生高阶思维品质的重要组成部分，在工程实践项目的不断推进 and 循序过程中得以实现。

五、结语

工程实践活动包括明确问题、设计方案、实施计划、检验作品、改进完善、发布成果等若干个步骤，每一步骤强调学生主动参与，大胆想象，勇于创造，敢于批评。在工程实践学习中，学生以“工程师”的角色全程主导项目推进，全身心投入探究活动，学生不仅有学习的热情 and 积极性，而且能主动表达观点并接受他人建议，碰撞思维火花，在实事求是的基础上乐于自主探究、不断创新，用科学知识解决问题。将工程实践纳入科学教育，学生的动手能力、探究能力、批判思维、创新能力都得到充分表现 and 发挥，学生的科学素养得到发展，科学探究活动由此走向新的高度。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022年版)[M]. 背景: 北京师范大学出版社, 2022: 102-111.
- [2] 张同恂, 马淑美等编. 高级中学课本(试用)物理(甲种本)[M]. 北京: 人民教育出版社, 1984: 53-56.
- [3] 占小红. 工程实践融入基础科学教育: 内涵、目标与路径[J]. 基础教育, 2017, 14(3): 45 ~ 49, 59.
- [4] 赵海艳; 张晓琳. 基于大概念的逆向单元教学设计——以“运动和力的关系”为例[J]. 中学物理教学参考, 2022(08).
- [5] 黄春神. “逆向设计”视域下大单元教学计划的优化路径[J]. 中国学校体育, 2023(05).
- [6] 张永兰. 以问题为导向的美术大单元教学探索——以《书中蝴蝶——藏书票》大单元教学设计为例[J]. 安徽教育科研, 2021(23).
- [7] 李丹艳, 李卫东. 基于逆向思维的高中物理单元教学设计[J]. 物理通报, 2021(11).
- [8] 黄良师. 追求理解的初中数学单元教学设计[J]. 新教育, 2022(25).
- [9] 吴晓晴. 逆向设计视域下开展美术大单元教学的探索[J]. 中学教学参考, 2024(12).
- [10] 沈学文. 真实性评价视角下的美术大单元教学设计与实施——以“通透空间 重构文字”大单元为例[J]. 现代教学, 2023(23).