

大概念引领下初中数学跨学科项目式学习的 案例设计

——以“保护大榕树，定位求面积”为例

付 萍，杨乔顺*

吉首大学数学与统计学院，湖南 吉首

收稿日期：2024年7月20日；录用日期：2024年8月21日；发布日期：2024年8月28日

摘 要

项目式学习是一种推动学生主动参与、促进学生全面发展的学习模式之一，可以培养学生数学应用能力和高阶思维能力。本文通过分析中学探究活动实施的困境，并结合初中数学探究活动案例，探讨在大概念引领下如何开展初中数学跨学科项目式学习，得出其实施策略和教学设计，从而有效激发学生的学习兴趣，提高学生的实践操作能力、团队协作能力和创新能力。

关键词

项目式学习，大概念，初中数学

Case Design of Interdisciplinary Project-Based Learning of Junior High School Mathematics Led by Big Concepts

—Taking “Protecting the Big Banyan Tree and Positioning
for Area Calculation” as an Example

Ping Fu, Qiaoshun Yang*

College of Mathematics and Statistics, Jishou University, Jishou Hunan

Received: Jul. 20th, 2024; accepted: Aug. 21st, 2024; published: Aug. 28th, 2024

*通讯作者。

Abstract

Project-based learning is one of the learning models that promote students' active participation and comprehensive development, which can cultivate students' mathematical application ability and high-order thinking ability. This article analyzes the difficulties in implementing inquiry activities in middle schools, and combines with case studies of junior high school mathematics inquiry activities to explore how to carry out cross-disciplinary project-based learning under the guidance of major concepts in junior high school mathematics. Subsequently, more standardized implementation strategies and teaching design for project-based learning under the guidance of major concepts in junior high school mathematics are developed. This effectively stimulates students' interest in learning, and improves their practical operation ability, team collaboration ability, and innovation ability.

Keywords

Project-Based Learning, Major Concepts, Junior High School Mathematics

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 问题提出

基于服务理念跨学科项目式学习以是现阶段一种高效的学习模式,其核心是课程、服务与反思的结合,学校需要结合校本课程,链接生活的真实问题和学生即将学习的内容,基于真实社会情境,去激发学生学习动机,并在学习知识后立即运用学到的知识去解决学校及社会问题。而反思现有研究结果,项目式学习的应用实践虽推广到中小学各学科,但由于研究深度不足,出现了项目目标模糊、项目内容庞杂、学习过程低阶、学习结果意义不足等问题[1],为解决以上问题,大概概念作为一种能够反映学科知识本位的上位观念[2],可为项目式学习提供新的视角和工具。

项目式学习是一种以项目推动学生主动参与的学习模式,学生在真实的环境背景下,进行独立思考与合作交流,实现问题的解决、经验的理解和反思。因此,我们亟须找到能够帮助教师快速上手实施项目式学习,能够引导学生在较短时间内明确项目式学习的要求与过程的策略。研究表明,以大概概念引领项目式学习是一种行之有效的方法,能帮助教师在设计项目式学习的过程中理清思路,明确实施目标、过程与要求;能指引学生循序渐进地开展项目探究,获得高质量的学习成果。

2. 实施策略

综合考虑初中数学的学科特点以及当前初中数学项目式学习教学实践中存在的问题,以学习内容、问题情景、小组活动、项目成果四个基本要素为设计框架,提出大概概念引领下初中数学跨学科项目式学习的设计策略如图1所示。

2.1. 聚焦大概概念,建构学习目标层级

大概概念作为一种能够反应数学本质的上位观念,是连接具体知识和高级知识的桥梁,是单元学习内容中渗透的数学思想方法,大概概念教学从理论上帮助建构单元化核心概念,从实践上帮助学生解决问题、

发展“科学探究与创新意识”和“科学态度与社会责任”等素养[3]，因此聚焦大概念去构建学习目标有助于提高学生对数学知识的深层理解和应用能力，激发他们的学习兴趣和动机，促进跨学科学习的发展。

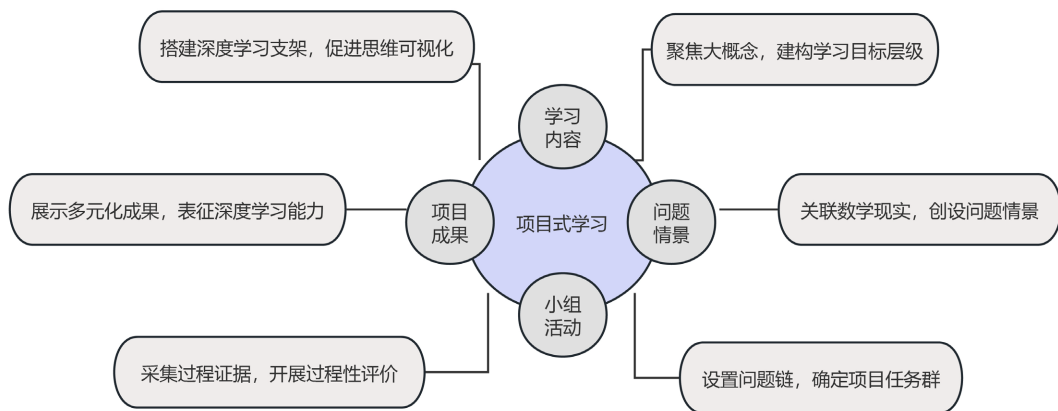


Figure 1. Design strategy of interdisciplinary project-based learning of junior middle school mathematics under the guidance of big concepts

图 1. 大概念引领下初中数学跨学科项目式学习的设计策略

2.2. 关联数学现实，创设问题情景

数学现实是从客观现实中抽象出的数学现实与现实背景的总和[3]，因此教师的任务是帮助学生构造并发展数学现实，教师要从已有的生活和教学实际以及学生的最近发展区出发，灵活处理优化教材，提出直观且易引起想象的数学问题。例如，在“基于函数模型探索身高与体重的关系”项目中，学生头脑里的数学现实可能包括对身高和体重之间的关系的浅层认识、函数的概念和应用、数据分析和图表表示等。学生的最近发展区是在理解和应用函数模型方面，他们需要进一步发展对函数的理解、数据分析能力和数学建模能力。教师应进一步帮助学生发展对函数的深入理解，提出关于如何定义瘦、偏胖、肥胖体型，引导他们分析数据并建立函数模型，培养他们的数学建模能力和解决实际问题的能力。

2.3. 设置问题链，确定项目任务群

数学问题链是学生思维进阶的支架，由横向的主干问题和纵向的追问组成[4]，将数学知识发生发展过程和学生思维融入其中，其结构包括总分式、平列式和递进式三种基本形式[5]，设置一个好的问题链往往要将总分式和递进式结合，使其有利于学生整体理解问题，把握前进方向，有利于学生思维层层加深，不断递进，适合对项目主题作深入、综合地分析。而基于问题链的挑战性学习任务群正是将知识探究、思想方法、核心素养都融入其中，因此是高阶思维能力形成的重要依托。在项目进行时，师生将对项目主题进行分析、拆解，确定驱动性问题链，激活新旧知识，在问题链的导向下开发挑战性学习任务群，引导学生深入思考，构建系统的数学知识结构。

2.4. 采集过程证据，开展过程性评价

证据导向的项目式学习是关注学生在解决问题和完成任务过程中的认知活动[6]，学生完成科学探究任务和实际问题的解决，促进教学活动中发展性评价和诊断性评价的开展。学生在课外完成任务时将项目分工情况、流程进度表、网络查阅资料、分析及处理的数据以及活动图片上传到智学网或其他交互性教学软件上，完成学习过程证据的收集。教师通过设置在线的“问题广场”和“公告板”等交流板块实时获取各小组提出的难题和共性的难点问题，能够及时调整教学活动安排，因此，在整个证据呈现的

过程有助于教师去判断每位学生是否进行了真正的有效学习。

2.5. 搭建深度学习支架, 促进思维可视化

借助网络空间, 整合多种数字化学习用具, 包括情景构建、头脑风暴、成果资源共享、持续性评价等功能, 开展线上与线下结合的混合式教学模式, 给予学生自主探索空间, 可以有效帮助学生构建知识体系, 发展高阶思维。特别强调的是需要重点突出信息技术在数学学科的应用, 例如教师可以借助几何画板、GeoGebra 展示数学几何模型, 促进抽象知识的具象化。

2.6. 展示多元化项目成果, 表征深度学习能力

表征深度学习能力强调了数学知识、数学思想和学生思维以及核心素养的动态关系, 即习得的知识能力的外化表征的过程。成果展示是项目式学习中进行评价思维发展及数学能力的重要一环, 通过展示多元化项目成果既可以体现评价对象的不唯一又可以展示评价内容的多样性。第一: 评价对象的不唯一体现在项目成果可包括个人成果和团队成果; 第二: 评价内容的多样性指的是评价内容可包括制作海报、调查报告、设计方案、思维导图以及视频讲解等。成果的展示过程除了实现评价对象和评价内容的多样性以外, 也体现了评价时间的灵活性, 除了上述在项目结尾时展示最终的作品外, 还可以在每个小任务完成时, 各小组制作微视频展示项目过程中所遇到的挑战, 以及思考过程。因此, 在成果展示的过程中不仅表征了学生的问题解决能力, 同时也展示了批判性思维和创造性思维。

3. 项目设计

3.1. 设计背景

“保护大榕树, 定位求面积”项目式学习教学设计是在人教版教材七下第七章数学探究活动的基础上改编设计成学生的课前作业, 该课题可作为目前各类中小学所设置的选修课或校本研修课展开, 就本人所在学校而言, 以“校园树木保护”为主题, 以服务学习模式结合项目式学习方式开展, 带领学生度过有趣的植树节。引导学生主动提出“为校园中的榕树定位计算其保护区, 给校园的环境美化提供数据参考”为驱动性问题, 结合人教版数学教材七下平面直角坐标系、三角形和多边形面积以及涉及生物地理学科的跨学科内容, 在学生综合体验实际情境下的服务式教学活动; 再由师生在网络和课堂上共同呈现项目式学习过程及成果的展与评。

3.2. 设计方案

微型项目是当前最符合中学生认知的学习模式, 一般分为课前作业和课堂展评两部分, 其中可将课前作业分为项目启动、项目计划和项目实施三个步骤; 课堂展评分为项目产出、项目展示和项目反思三个步骤。此次活动主要分成课前作业(即实地测绘)与课堂成果展评两大部分, 师生共同经历了“问题发现 - 问题提出 - 问题解决(过程检视与方案修正)-方法提炼”的一系列过程, 需要学生运用自己的观察能力和思考能力去发现问题, 在计算面积过程中, 培养了学生数据处理及数学运算能力, 突破了学生只坐在教室里学枯燥数学的模式, 这个活动将数学知识运用到生活中来, 不仅新奇有趣, 还能帮助学生深刻理解知识点, 过程中充分体验了用数学的眼光欣赏世界, 用数学的思维分析世界, 用数学的语言表达世界的过程。具体的实践途径如图 2 所示。

(1) 课前作业设计

项目名称: 保护大榕树, 定位求面积(时常: 2 周)。

项目目标: 给校园榕树定位, 划定并绘制出保护区域。

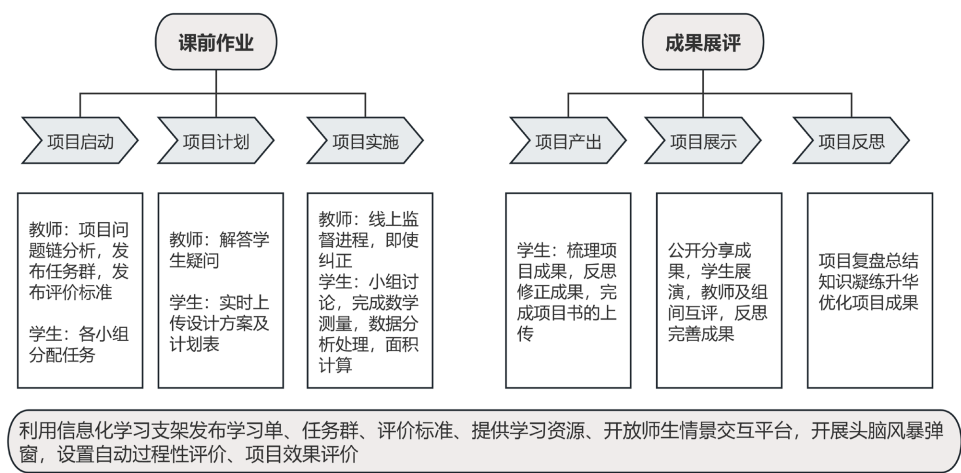


Figure 2. The practical approach of interdisciplinary project-based learning of junior middle school mathematics under the guidance of big concepts
图 2. 大概念引领下初中数学跨学科项目式学习的实践途径

项目素养：数学建模、数学运算、逻辑推理、直观想象。

项目任务：

任务一：以小组为单位，在校园内寻找哪些树是榕树，在校园平面图上建立平面直角坐标系，确定榕树所在位置坐标(如表 1 所示)。

Table 1. Establishing a plane rectangular coordinate system
表 1. 建立平面直角坐标系

问题链	问题
问题一	榕树盘根错节，扎根沉淀、向外延申、一脉相连的强大凝聚力成就了“独木成林”的自然界佳话，那么你是否观察到校园中的榕树了吗？通过查阅资料你会发现榕树还有什么特征呢？
问题二	为了保护树木，我们需要划定区域保护树木，由于每棵树的保护区域并不是规则的图形，我们应该如何测量其面积呢？
问题三	以任意一点为原点，合理选择坐标轴方向，按比例缩小相应物体长度，建立平面直角坐标系，并分别标出榕树的坐标。

任务二：通过确定的实际位置用测量工具计算出所占面积(如表 2 所示)。

Table 2. Measuring and calculating area
表 2. 测量、求面积

问题链	问题
问题一	总结利用平面直角坐标系中的割补法求三角形面积，并归纳推理四边形面积、五边形面积，从而得出一般情况？
问题二	根据确定的坐标通过一定的方法求出校园榕树的保护区域的面积？除了上述方法外还可以怎么算保护区域的多边形面积？

任务三：考虑到因素榕树年限与扩展面积的因素，合理规划观景养护区域，设计出学校植树节要求栽种榕树的最佳位置及保护范围(如表 3)。

Table 3. Reasonable planning of observation and maintenance area
表 3. 合理规划观景养护区域

问题链	问题
问题一	了解了榕树的特征以及求出了校园设定的榕树保护面积，各组成员认为榕树栽种到什么位置比较合理？
问题二	由于学校栽种的榕树树龄较短，其根系生长不多，但通过查阅资料，是否还需根据保护区域的面积的基础上，建立地下玻璃栈道以及生态水系？
问题三	除了设置榕树保护区域外，还可以从哪些方面去保护榕树？

在项目启动前，需要在网络平台发放项目任务群及评价标准(见表 4)，项目式学习的目标指向是培养学生核心素养的形成，特别是创新与批判性思维及团队合作能力，通过向学生展示项目评价表，学生能够依据量化的评价标准明确学习目标、引导学习过程、促进自我监督和反思、增强学生责任感，并促进深度学习，从而提升学习动机和适应未来的能力。项目正式启动时，首先师生共同分析确定大概念是“空间观念和图形思维”，接下来将大概念具象化，可以建立以下学习目标层级：基础层次：学生能够掌握基础的数学概念和技能，如坐标系、图形识别、面积计算等。这些概念和技能是解决榕树保护面积问题的基础；进阶层次：学生能够运用空间观念和图形思维，通过观察和分析，确定榕树保护面积的计算方法。这个层次需要学生能够从高观点出发，运用所学知识进行推理和判断；高级层次：学生能够解决实际问题，如根据实际情况，对榕树保护面积的计算方法进行调整和优化。这个层次需要学生能够综合运用所学知识，灵活应对实际问题。在绘制地图时学生需要观察学校榕树的实际场景，再抽象为数学几何直观，综合运用数学、地理、美术等知识，从不同的视角聚焦主题，把平面地图绘制出来。整个过程中培养了抽象能力和几何直观意识，发展了用数学的眼光观察现实世界的核心素养；培养了用数学的思维和跨学科思维思考和分析问题的能力；运用数学与艺术等多种语言形式表述自己的想法和观点，感悟数学美。

Table 4. Project evaluation form
表 4. 项目评价表

评价指标		评价细则	互评 40%	师评 50%	自评 10%	各项 分值
项目准备与 规划(20 分)	问题提出(5 分)	是否明确提出需要解决的问题，并提出探究的意义				
	目标设定(5 分)	是否设定明确的探究目标和预期结果				
	方案设计(5 分)	是否设计出合理的预期方案，包括步骤、方法和工具的选择				
	团队协作(5 分)	小组成员在规划时的分工合作情况				
数学知识与 技能应用 (30 分)	几何知识(10 分)	应用几何知识分析大榕树的结构和受保护区域				
	测量技能(10 分)	使用测量工具(如卷尺、测距仪等)进行实际测量				
	数据分析(10 分)	对收集的数据进行整理和分析，如计算面积、体积等				
项目实施与 探究(15 分)	操作规范(5 分)	实施过程中是否遵循安全规范和操作流程				
	问题解决(5 分)	遇到问题时，能否积极解决并调整方案				
	数据收集(5 分)	能否有效地收集相关数据				

续表

项目展示与 交流(20 分)	清晰性(10 分)	汇报内容是否清晰，能否让大家理解项目内容和结果
	逻辑性(5 分)	汇报结构是否合理，各成员衔接过渡是否自然
	核心素养(5 分)	汇报时展现出的数学逻辑思维、批判性思维和应用能力
数学跨学科 应用(15 分)	跨学科整合(5 分)	是否将数学知识与其他学科(生物、地理等)相结合
	创新思维(5 分)	整个过程是否体现创新性的想法和解决方案
	社会实践(5 分)	项目成果是否对社会或社区有实际影响，能否提高公民对保护榕树的认识
总分		

项目计划阶段：教师及时上传有关榕树的地理以、生物等跨学科网络资源，线上实时跟踪学生活动进程，为学生答疑解惑。学生需要将初步方案以视频汇报、思维导图等形式进行上传。

方案预设:针对每个小组实施方案教师进行设想学生可能实施的策略，可以是分别计算每棵树所占面积、也可以以校道两侧的 3 棵树木为基础，快速测量了树木间的距离、甚至基于一些学生学过编程自主编写了计算机程序等等。

项目实施阶段：学生每 7 人分为一组，对照校园平面图寻找榕树，各小组带着“定位大榕树，定位求面积”的任务，确定树木位置后，同学们拿出准备好的卷尺、测距仪等工具开始测量，随后在草稿纸上进行计算面积，并标注在校园平面图上，完成线上上传的学习任务单，学习过程图片等过程性数据。

(2) 课堂成果展示(一节课时间)

项目展示：各小组阐述自己的测量和计算方案。包括项目团队介绍、小组成员分工情况、项目前期准备、实施流程、计算方法及结果分析。基于每个学生展示的机会，每个学生要把自己参与过程展示清晰以及谈及自己的收获。

评价分析：项目式学习的评估采取定量评价与定性评价相结合、过程性评价与终结性评价相结合、自评互评与师评相结合的方式，教师根据具体的评分维度及细则指定量化的分值，按照小组成员分工的合理程度、方案实施的可行度、结果可靠性、大榕树的保护程度以及展示精彩程度采取小组互评、个人自评、教师评价进行打分，对每组及个人按成绩高低给予小奖励。

项目反思：学生畅所欲言，可根据自己的实施方案进行合理化地分析并且可以给出切实可行的建议措施，也可以提出与自己结论无关但要关于大榕树保护方面的措施等，让学生深刻领悟到数学来源于生活并应用于生活，随后综合各小组及教师点评，每位学生需撰写个人学习总结与反思。在这次以服务为目标的学习中，学生动手实践、动脑合作，既有独立展现的时机，也有小组的合作与讨论。在讨论整体设计方案时，借助小组合作学习，经历选定方案 - 尝试分配 - 检验结果 - 汇报结果的基本过程，每个学生都有机会倾听他人，每组都可以进行不同策略的表达。教师作为项目发起人，引导并鼓励学生勇于表达，且有意识地关注具有逻辑性的数学结构，学生既能够主动参与合作，又能比较和谐地与他人相处，这正是教育要培养的人所需的品质。学生可以深刻体会到数学的学习可以把生活问题简单化，更可以深刻体会到用所学的知识服务于人的自豪感，将服务学习的理念根植与师生的观念中，为后续更多的跨学科学习开展积累了经验。

4. 总结

在“保护大榕树，定位求面积”项目实施过程中，学生利用初中数学知识解决实际问题，可能有些超前学习的学生为了解决问题，自学并使用高中、大学的知识，如极坐标、行列式等，还有学生可能使用 C++ 语言进行编程。在小组展示与点评为主的 45 分钟里，学生可以如鱼得水般享受运用数学抽象、建模、运算和逻辑推理等素养去分析、解决问题的过程，不仅可以发展数学学科核心素养，更建构出全新的学科学习观。而教师也一改传统课堂“主导”的形象，引发、带动以及归纳学习的过程恰到好处，在以服务理念开展项目式学习的过程中也逐步完成育人理念的更迭，促进了自身学科教学观的重塑。总而言之，项目式学习丰富了学生的学习活动，学生在问题的驱动下自学起来，并且全员参与，使学生的自主性得到充分的发挥，同时也促使教师们及时开展跨学科教研，切实地为“双减”服务，真正做到“提质增效”。

参考文献

- [1] 朱睿. 高中数学项目式学习设计与应用研究[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2023.
- [2] 贺慧, 陈倩. 大概念统整下的学科项目式学习设计[J]. 天津师范大学学报(基础教育版), 2021, 22(1): 51-54.
- [3] 李昕妍, 孙晓春, 施凤植. 基于大概念的项目式学习单元设计——以“元素化合物”复习为例[J]. 云南化工, 2021, 48(5): 186-189.
- [4] 余超. 基于“教会学生思考”的高中数学教学设计研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西师范大学, 2021.
- [5] 熊惠民. 中学数学教学设计与案例研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [6] 尚艳. 证据导向的初中编程项目式教学设计与实践研究[D]: [硕士学位论文]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2023.