

# STEM 理念下信息技术课程项目式学习研究

广东广州 广东华侨中学 庄小云

**摘要：**STEM教育以培养具有跨学科素养和解决真实问题能力的创新型人才为目标。项目式学习多学科交替融合，为信息技术课程开展STEM教育提供了一种可供操作的模式。研究梳理STEM教育发展和研究现状、分析项目式学习内涵，提出了信息技术课程项目式学习模式，即在信息技术课程中，学生以工程学为思想，以技术为工具，解决并形成一个植根于真实问题的产品，从而发展跨学科知识连接能力和问题解决能力。STEM理念下信息技术课程项目式学习模式包括“问题提出”、“科学探究”、“工程设计”、“技术开发”和“展示反思”五个过程。模式聚焦“真实问题”，“跨学科融合”为核心，“工程学”为思想，“信息技术”为开发工具和手段，“科学探究”、“数学分析”为整合与应用要素。通过项目式学习模式，学生能最终解决并形成一个植根于真实问题的产品，从而发展跨学科知识连接能力和问题解决能力。研究结合《手机控制LED灯》案例进行深入剖析，案例聚焦“智能家居”社会热点，针对改善家居生活的问题开发手机控制LED灯，要求学生能够初步进行基于蓝牙的数据传输，设计基于移动应用的问题解决方案，开发基于真实任务的简单移动应用。本研究以期为STEM教育实践提供参考。

**关键字：**STEM ； 信息技术课程； 项目式学习

## 一、引言

21 世纪现代经济社会需要具备拥有能解决真实问题能力和态度的工人、工程师、研究员和发明家。这些人才是提高国家创新能力的重要因素之一。培养人才的关键是在教育的学生中推广科学、技术、工程和数学技能。STEM 是科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）和数学（Mathematics）四门学科的简称，强调多学科的交叉融合。<sup>[1]</sup> STEM 教育不仅是把科学、技术、工程和数学知识进行简单叠加，而是特别强调将本来分散的四门学科自然地组合形成新的整体。作为培养具有全面科学素养和创新探究能力人才的教育新形态，STEM 教育将会是 21 世纪中教育事业成功的关键。<sup>[1]</sup>

2015 年 9 月，教育部发布《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见》明确指出：鼓励探索 STEM 教育、创客教育等新教育模式，使学生具有较强的信息意识与创新意识。STEM 教育为学校科技教育课程的变革以及创新人才的培养，提供了崭新的思路和路径。研究中我们发现，学校科技教育课程存在过于局限某一学科，课堂缺乏有效的学习模式，有效发展学生 STEM 跨



学科知识连接的能力，尤其是数学的分析及科学探索，导致学生解决实际问题的能力欠缺。本研究通过对 STEM 教育和项目式学习进行分析，进而构建可依循的项目式学习模式及教学实施过程，为学校开展 STEM 教育提供参考与借鉴。

## 二、STEM 教育发展和研究述评

### （一）国内外研究者从不同维度对推进 STEM 教育进行了研究

STEM 起源于 20 世纪 90 年代的美国国家科学基金会，国内外研究者从不同维度和视角对推进 STEM 教育进行了研究，其中具有代表性研究如表 1 所示：

表 1 STEM 教育具有代表性研究

研究视角	作者及文献	研究结论
发展规划	Josh Brown《The Current Status of STEM Education Research》 <sup>[2]</sup>	分析美国 STEM 教育的研究领域、研究方法，总结了研究成果，并讨论了 STEM 教育存在的问题
	美国研究所与美国教育部联合发布了《STEM 2026: STEM 教育创新愿景》 <sup>[3]</sup>	提出 STEM 教育的六个愿景，如用跨学科方法解决“大挑战”的教育经验、创新技术支持的灵活且包容的学习空间、促进多元化且多机遇的社会文化环境等
	中国教育科学研究院《2017 中国 STEM 教育白皮书》	指出中国 STEM 教育现状，提出中国 STEM2029 计划
课程标准	美国国家科学院《K-12 阶段的 STEM 集成教育：现状、前景和研究议程》 <sup>[4]</sup>	提出集成式 STEM 教育的学习方式、实施建议和影响，鼓励工程实践
	2014 年英国《国家课程标准》	规定了课程目标和课程内容，提升基础教育阶段数学、科学和技术教育在国家课程中的地位
素养	Rodger W. Bybee《What is STEM Education》 <sup>[1]</sup>	指出 STEM 教育的含义，分析了 STEM 素养的组成部分，指出 STEM 素养是通过学习 STEM 学科知识、知识运用，实现分析、解决 STEM 相关问题。
	《The Development of STEM Literacy Using the Learning Process of Scientific Imagineering through AR》 <sup>[5]</sup>	提出 STEM 素养有六个要素：识别问题和问题的能力、寻求新知识的能力、应用 STEM 的能力、解决问题的能力、沟通能力以及做出决定的能力。
教学模式	余胜泉、胡翔《STEM 教育理念与跨学科整合模式》 <sup>[6]</sup>	总结了美国 STEM 发展基础上，阐述了 STEM 教育的九个核心理念，提出了跨学科整合的项目设计模式
	蔡海云《STEM 教学模式的设计与实践研究》 <sup>[7]</sup>	构建 STEM 教学模式，模式以培养学生的 STEM 素养为根本目标，在该目标的指导下，



	教学过程分成了三个阶段、八个环节。
--	-------------------

## （二）国外高校及学习中心开发 STEM 课程，体现跨学科集成与融合

国外开发的 STEM 课程体现了跨学科集成与融合，有效提高学生解决工程问题的综合能力。PLTW (Project Lead To the Way) 机构是目前全美最大的非营利的 STEM 教育项目提供者，一直致力于初中和高中 STEM 课程的开发，如初中《技术之门》课程，重视学生创新能力培养，学习内容包括是工程概念、能源环境、技术科学和绿色建筑。高中《工程之路》重视学生批判性思维培养，学习内容包括机械原理、航天工程、生物工程、计算机集成和工程设计与开发。英国约克大学的工业教育合作中心开发的 STEM 课程，包括基础课程和高等课程，通过在科学教育和工业及其相关职业之间建立联系，强调为年轻人提供 STEM 领域的职业机会。

## （三）国内 STEM 课程本土化不足，不利于 STEM 课程的推广

国内不少商业结构通过与美国、澳洲学校合作，引进成熟 STEM 课程，再经过中国本土教师的筛选与改进，形成了系统化的进阶版 STEM 课程，但是这些课程培养目标不清晰，过多地重视学生的动手制作，STEM 跨学科知识连接缺乏，探究性不强，价格高昂，不利于 STEM 应用推广。

## （四）国内外研究的启示

1. 相关研究丰富，强调 STEM 教育跨学科融合的概念，即将 STEM 教育视为一种不同学科之间有目的的整合，用于解决真实世界中的问题。
2. 如何实现跨学科整合，已有专家提出以项目式学习为引导，将分离的 STEM 四大领域进行有机整合从而实现 STEM 教育的培养目的，但是实践上还缺乏有效的学习模式。因此，构建面向 STEM 教育的项目式学习模式，能为 STEM 教育应用提供指导。

# 三、STEM 理念下信息技术课程项目式学习模式构建

## （一）项目式学习内涵

项目式学习，即 Project-based Learning，简称“PBL”。与其他学习方式相比，项目的学习更倾向于应用综合知识，目标是解决问题。学生在教师指导下制订真实、复杂的项目，学生结合已有的知识和技能，积极主动地去学习并完成一些真实的、开放的任务，从而形成一个植根于问题的产品。<sup>[8]</sup>

STEM 是科学、技术、工程和数学学科的自然交叠。项目式学习体现了跨学



科，它克服了传统课堂上知识学习与动手实践的割裂状况，帮助学生通过动手实践内化知识。学生在学习和实践过程中能有效提高学生的创造力、批判性思维和解决问题的能力以及沟通协作能力。因此，STEM 教育尤其适合于使用项目式学习。

## **（二）STEM 理念下信息技术课程项目式学习的内涵**

信息技术课程以全面培养和提高学生的信息素养为基本目标，注重培养学生的创新精神和实践能力。在信息技术课程教学中，教师把 STEM 教育理念融合在教学中开展项目式学习，有利于实现信息技术课程目标。STEM 理念下信息技术课程项目式学习是指在信息技术课程中，学生以工程学为思想，以技术为工具，解决并形成植根于真实问题的产品，从而发展跨学科知识连接能力和问题解决能力。STEM 理念下的信息技术课程项目式学习具有以下特征：

### **1. 聚焦“真实问题”**

项目学习内容必须与现实真实世界密切联系，符合学生思维发展和身心发展的特点，才能激发学生探究和创造的欲望。因此，真实问题应成为贯穿信息技术课程项目式学习必须以解决“真实问题”作为学习情境导入，学习的结果是解决并形成植根于真实问题的产品。但是真实问题往往比较复杂，教师需要根据评价标准把真实问题的核心转化为一系列学习任务引导学生开展探究，达到对科学、技术、工程和数学知识与技能的意义建构和深层次理解。

### **2. “跨学科融合”为核心，**

以跨学科融合为核心体现在两个方面：第一，项目解决涉及的科学原理：学生需要运用科学、技术、工程和数学知识解释项目涉及的科学原理，并最终解决问题；第二，达成的目标：通过问题的解决，发展学生跨学科知识连接能力。

### **3. “工程学”为思想**

工程是应用数学、科学和技术领域的概念系统解决真实生活问题。教学中，教师需要引导学生用数学和计算方式表达已有的关系和原理，例如项目的功能结构图和软件开发流程图，从而让学生运用这些模型预测项目开发执行情况，并使项目具有创造性<sup>[9]</sup>。因此，信息技术课程项目式学习以工程学为思想能提升项目开发的质量。

### **4. “信息技术”为开发工具和手段**



信息技术课程的项目式学习最终会形成一个植根于问题的产品。产品开发需要学生运用 3D 建模、Arduino 硬件编程、App Inventor 手机编程等信息技术工具。学生往往在配有平板电脑、传感器、电路板、单片机、3D 打印机、电线等配备先进科技工具、充满合作机会的工作坊中展开学习，在学习分享与合作，增强学生理解他人、欣赏他人的能力和水平。

### 5. “科学探究”、“数学分析”为整合与应用要素

工程是设计及研发科技产物的过程，此过程需要整合科学原理，并运用数学辅助设计、测试和改良，以获得最合适的成果。学生需要通过自主探究挖掘项目涉及的科学原理，并尝试进行数学建模，设计算法。学生在探究活动中领悟科学本质，培养科学逻辑思维能力和严谨科学态度。

### （三）STEM 理念下信息技术课程项目式学习模式图

基于项目式学习特征，笔者构建了信息技术课程项目式学习模式，如图 1 所示。

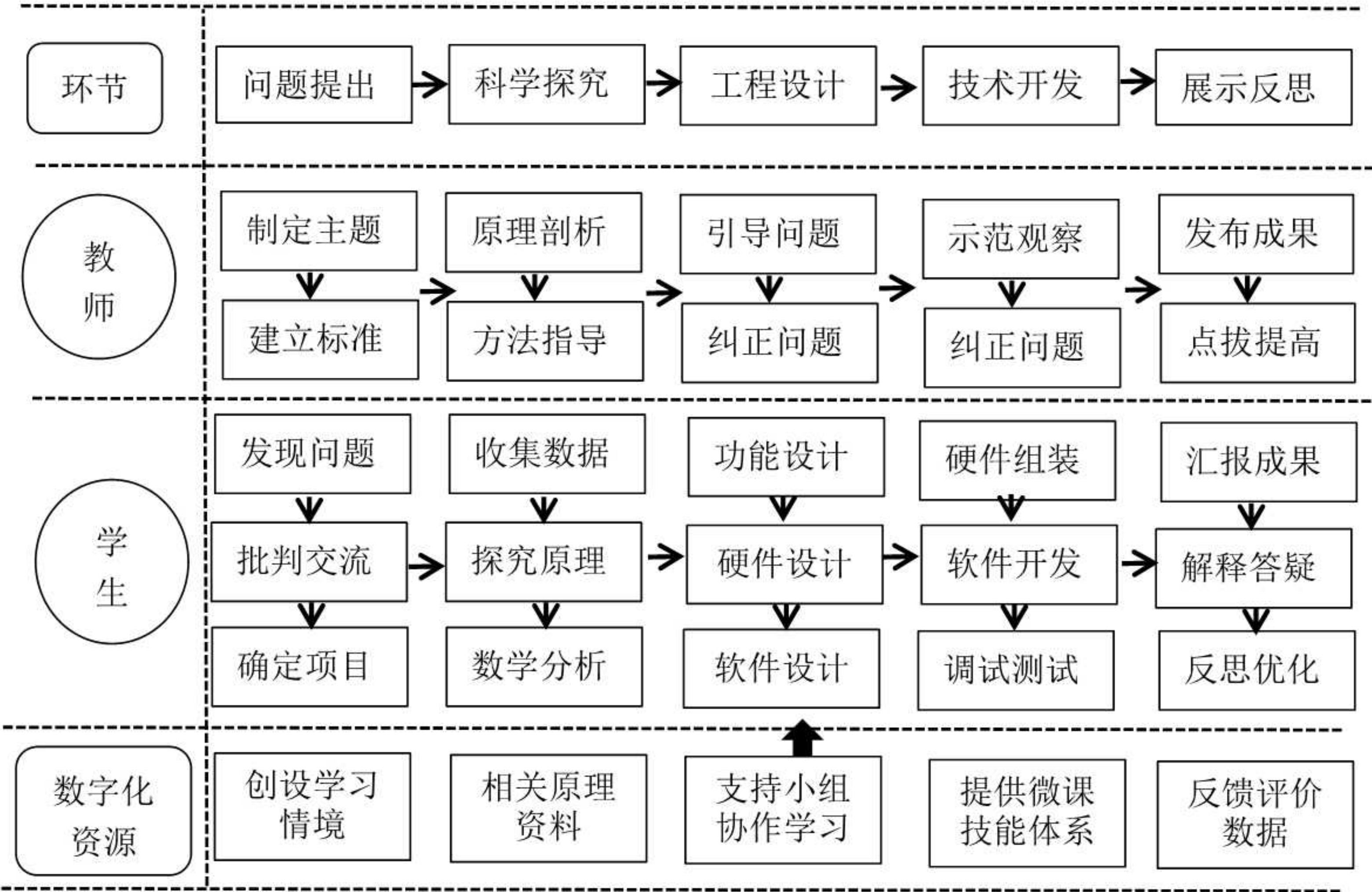


图 1 信息技术课程项目式学习模式

从教师活动来看，中学生尤其是高中学生，不喜欢来自教师的直接指导，因此教师在学生的学习过程中是引导者和协助者。作为引导者，教师创设情境体验让学生关注真实生活，从生活中挖掘问题，确定项目。教师要制定项目评定标准，



并围绕标准构建项目涉及的已学和未学的科学、技术、工程和数学知识技能体系，开发微课，为学生开展原理探究、项目设计和开发搭建脚手架。在工程设计环节，教师应分解项目，通过一系列学习任务引导学生开展探究，并细致观察学生在学习过程表现出的 STEM 素养、实践能力和探究意识，及时纠正学生设计和制作过程中存在的错误。在技术开发环节，教师应及时纠正学生出现的错误，让学生少走弯路。在展示反思环节，教师需要对学生小组的项目演示和汇报进行点评，尤其是学生的跨学科知识连接能力、问题解决能力进行评估。

从学生活动来看，学生在学习过程中充当发现者、探究者和实践者。在问题提出环节，学生在教师引领下挖掘生活存在的问题，并展开批判性对话和交流，最终确定项目。在科学探究环节，学生根据教师提供的微课，研究项目涉及的科学原理，并对疑难开展交流，最终会用科学原理和数学辅助解释项目。在工程设计环节，学生以小组为单位开展项目的设计，包括功能结构设计（各具体功能模块的实现过程）、硬件设计（购置的硬件及连接图）和软件设计（流程图）。更重要的是在技术开发环节，学生根据设计图动手实践，购买硬件材料，组装硬件和开发相应程序，并调试运行。在展示反思环节，小组共同展示项目演示效果，并向老师和同学们汇报项目的开发过程和创新点，其他小组同学参照老师的项目技术标准给予评价。师生围绕标准展开点评，能促使学生进一步反思工程设计和开发存在的问题，最终促进学生科学、技术、工程和数学知识与技能的内化。

数字化资源能降低信息技术课程项目式学习的复杂度，提高学生开展项目式学习的兴趣、动力和成功率，促使学习走向深入。在问题提出环节，课堂运用视觉元素创设情境激发学生设计与开发的欲望。由于项目原理探究和设计制作涉及学生已学或未学的技术、工程、数学和科学知识技能，学生往往因为知识技能的遗忘或缺失而对项目开发失去信心。微课凭借其短小精悍，满足了学生快速获取知识和个性化学习的需求，让学生更加灵活地、有针对性地选取学习的内容。以微课为基础构建的知识与技能体系更能为学生探究和制作搭建脚手架。学生还可以利用 QQ、微信等即时聊天工具进行质疑、互动和反思，从而促进自主探究学习和协作学习。

#### 四、信息技术课程项目式学习实践研究



### （一）学习内容分析

《手机控制 LED 灯》是高中信息技术课程选修课程《移动应用设计》学习内容。案例要求学生能够初步进行基于蓝牙的数据传输，设计基于移动应用的问题解决方案，开发基于真实任务的简单移动应用。案例聚焦“智能家居”社会热点，针对改善家居生活的问题开发手机控制 LED 灯，激发学生探究和开发的欲望。

### （二）学习目标

案例要求学生开发手机控制 LED 灯项目，项目使用 App Inventor 编写 App 程序，通过蓝牙通信模块与 Arduino 单片机进行通信，从而完成对 LED 灯亮灭的控制。项目体现了跨学科融合：科学方面是了解蓝牙传输数据的特点和 Arduino 功能、基本结构；技术方面是掌握利用 APP Inventor 实现蓝牙数据传输编程；工程方面学会利用 Arduino 的硬件、软件感应蓝牙数据变化，实现对外界的控制完成作品；数学方面：学会整理并分析 Arduino 软件上的数据。学生完成项目的同时，STEM 跨学科知识连接能力得到发展。

### （三）教学过程

问题提出环节：随着电子技术在现实生活中的广泛应用，智能家居日渐普及，为人们享受生活提供了一个广阔的平台。教师制定主题是“智能家居”。教师利用微课创设情境，学生通过小组质疑研讨提出问题：晚上回家时，家里黑黑的，什么也看不见，要摸黑去开灯；睡觉前，需要下床去关灯很不方便，而直接用手机控制吊灯就比较方便。由此确定项目开发内容：采用手机实现家居灯的开关。在这个环节，教师从引导学生从现实生活中发现存在的问题，体现了技术为生活服务。

科学探究环节：教师围绕主题项目开发“蓝牙传输”、“Arduino 结构”和“APP Inventor 编程”三个微课，让学生展开项目原理的探究：任务 1：Arduino 的基本结构和元器件的功能；任务 2：蓝牙技术和数据传输的特点；任务 3：APP Inventor 与蓝牙数据连接的实现。

工程设计环节：学生以小组为单位开展手机控制 LED 灯项目的设计。设计包括系统功能设计（项目的工作流程图和各模块的功能）、硬件设计（需要购置的设备）、软件设计（APP 手机端应用程序的功能、界面设计和流程图设计）。设计方案后，小组之间展开头脑风暴，进一步挖掘项目的其他功能和创新点。



技术开发环节：小组按设计方案进行技术开发，对 Arduino 控制器、蓝牙调试模块、蓝牙 2.0 模块、usb 线、LED 灯等硬件进行组装，运用 App Inventor 开发手机控制 LED 灯，运用 Mixly For Arduino 开发 Arduino 主板程序，并进行调试测试。

展示反思环节：开发作品后，教师组织成果交流会。小组展示手机控制 LED 灯的效果，并汇报 APP 手机端应用程序的流程图设计以及项目的创新点。小组汇报后，学生需要展开反思，交流本小组制作的项目存在的问题，并进一步完善该项目。

#### （四）教学反思

本节课使用 App Inventor 与 Arduino 完成的作品，即用 App 控制 LED 灯的亮灭。课例让学生经历发现问题、探究科学原理、设计项目方案和开发产品等过程，最终掌握移动应用设计与开发的思想方法。项目立足工程学思想，教师在教学中有意识引导学生如何应用科学与数学知识来解决问题，较好完成了科学与数学知识的学习迁移。随着项目学习进一步深入实施，学生跨学科连接知识的能力和解决实际问题的能力得到有效提高。

#### 五、结束语

STEM 理念下信息技术课程项目式学习模式聚焦“真实问题”，“跨学科融合”为核心，“工程学”为思想，“信息技术”为开发工具和手段，“科学探究”、“数学分析”为整合与应用要素，有效发展学生 STEM 跨学科知识连接的能力。在教学中，教师需要提供学生更多设计、探究、分析、测试与综合评估的学习机会。

#### 参考文献

- [1] Rodger W. Bybee, R. W. What is STEM education? [J]. Science, 2010, (329): 995-996.
- [2] The Current Status of STEM Education Research [J]. Brown, Josh. Journal of STEM Education : Innovations and Research . 2012 (5)
- [3] 金慧, 胡盈滢. 以 STEM 教育创新引领教育未来——美国《STEM 2026: STEM 教育创新愿景》报告的解读与启示 [J]. 远程教育杂志, 2017, 35(01): 17-25.
- [4] Margaret Honey, Greg Pearson, Heidi Schweingruber. STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research [J]. The National Academies Press, 2014: 1-11



- [5]International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET).  
2018;13(01):230-238 DOI
- [6]余胜泉, 胡翔. STEM 教育理念与跨学科整合模式[J]. 开放教育研究, 2015, 21(04):13-22.
- [7]蔡海云. STEM 教学模式的设计与实践研究[D]. 华东师范大学, 2017.
- [8]明洁, 刘革平. 基于 Sakai 平台的项目式学习模式研究[J]. 西南农业大学学报(社会科学版), 2011, 9(10):191-194.
- [9]赵中建. 基于项目的 STEM 学习[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2015 (8) .