生活与物理

基于综合单元学习的初中科学实践的进阶设计*

——以“制作电话机”项目设计为例

朱 红 (宁波市海曙区教研室 浙江 315010)
姜春杰 (宁波市宁海县深甽镇初级中学 浙江 315614)

摘 要 通过“设计与制作电话机”项目的实践研究,探索基于综合单元学习的初中科学实践的进阶设计。在实践活动的设计中,整合不同单元的知识与技能设计综合单元项目,并把该项目拆解成若干个进阶式的子项目,循序渐进地实施,制作出一系列的物化作品。通过持续性的实践活动,培养学生综合运用知识与技能解决实际问题的能力,以提高学生的科学核心素养。

关键词 综合单元 实践活动 进阶设计
文章编号 1002-0748(2024)2-0076 **中图分类号** G633·7 **文献标识码** B

《义务教育课程方案(2022年版)》提出,课程教学要进一步深化教学改革,坚持素养导向、强化学科实践、推进综合学习、落实因材施教[1]。素养是不同领域、单元知识的综合,也是观念、思维、态度与责任等不同类型目标的综合。学生的科学素养可以通过在不同情境下进行探究实践来表现,探究实践是科学素养显性化的体现。综合学习可以通过主题、项目、概念、问题等多种方式进行思维化、结构化、探究式的整合[2],是实现素养目标的重要途径。落实因材施教就是要基于学生的认知水平和知识经验合理地设计教学,科学地安排学习进阶。一是学习内容由浅入深、由表及里、由易到难,二是学习活动从简单到综合[3]。

1 内容分析

电与磁的知识在现实生活中被广泛应用,学生学习电磁相互作用不仅能增强对“物质的运动与相互作用”这一学科核心概念的掌握,也有助于构建“系统与模型”等跨学科概念。为了帮助学生深度理解抽象的电与磁知识,加强知识学习与现实生活之间的联系,增强认识真实世界、解决真实问题的能力,我们在综合学习视角下,把电与磁的知识和声音知识进行整合,开发了“设计与制作电话机”项目。

该项目包含电路、通电导体在磁场中受到安培力作用、电磁感应、声音的产生和传播等教材核心知识。在《义务教育科学课程标准(2022年版)》中,上述知识的内容要求表述为:通过实验认识通电导体在磁场中的受力方向与磁场方向、电流方向有关;通过实验了解导体在磁场中运动时产生感应电流的条件;知道声音产生和传播的条件;知道响度、音调与声源振动的关系。上述知识的学业质量要求表述为:能解释与声音的产生、传播有关的简单问题;理解磁产生电的条件;知道磁场对通电导线作用的规律,并能根据电流方向和磁场方向的变化判断导线受力方向的变化;关心声、电、磁等技术改变生产生活的典型案例。可见“设计与制作电话机”的项目高度切合课标的内容要求和学业要求。

2 方案设计

综合单元教学是指从大概念、大问题、大项目的角度对知识、能力进行整体思考与架构,将教材内容进行整合,加强知识间的内在联系,是培养学生综合能力、核心素养的重要载体[4]。探索综合单元教学,开展主题化、项目式等综合性教学活动,发挥每一个教学活动多方面的育人价值,有利于激发学生的探究兴趣,营造活力课堂。笔者立足课标内容和学生认知水平,以“设计与制作电话机”项目为载体,开展综合单

* 基金项目:本文系2023年度浙江省教育科学规划课题“工程思维视域下初中科学项目化学习的设计与实践研究”(课题批准号:2023SC166)和2023年浙江省教研课题“指向高阶思维的初中科学项目化学习的实践研究(课题批准号:G2023070)的阶段性研究成果。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

元学习，通过项目的进阶，提高学生的科学核心素养。

2.1　设置综合学习单元

为了更好地落实因材施教，推进综合学习，我们把“设计与制作电话机”项目拆解为以下几个有梯度的子项目：制作共振喇叭扬声器、设计与制作电磁扬声器、设计与制作话筒，最后完成综合单元项目。各项目分别安排在华东师大版《科学（八年级下册）》第一章“声”、第四章“电与电路”和第五章“电与磁”及《科学（九年级上册）》第六章“电能”教学单元后实施。相应的单元组合形成综合学习单元“声、电与磁”（见图1），在八年级第二学期完成。

2.2　结合学习进阶理念

学习进阶理论将学习视为一种逐步深化、不断演进的过程，学生对一个学习内容的掌握和理解存在过渡过程，学习进阶不单指学习内容方面的层级进阶与路径的描述，更是学生思维发展、认知水平与关键能力提升的路径[5]。综合单元项目的产品是电话机模型，它的结构比较复杂。设计与制作电话机需要综合运用跨学科的知识与能力，对学生来说有一定的难度。我们对该综合单元项目从进阶的视角进行了分析（见表1）。

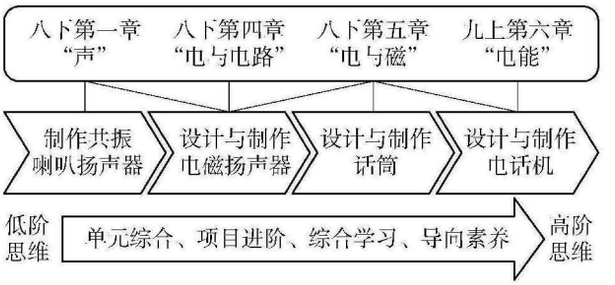


图1　综合学习单元设置

表1　综合单元项目的进阶分析

项目类别	内容	产品结构的进阶	科学知识的进阶	科学思维的进阶
子项目1	制作共振喇叭扬声器	共振喇叭扬声器是基础	声音的产生和传播，响度、音调与声源振动的关系	分析、比较、分类、综合、评价
子项目2	设计与制作电磁扬声器	两者结构相似，逆向使用	通电导体在磁场中受到安培力，电路，声音的产生和传播，响度、音调与声源振动的关系	分析、推理、评价
子项目3	设计与制作话筒		电磁感应、声音的产生和传播	分析、推理、评价、逆向思维
综合单元项目	设计与制作电话机	话筒和扬声器的组合	通电导体在磁场中受到安培力，电磁感应，电路，声音的产生和传播，响度、音调与声源振动的关系	分析、综合、评价、组合思维

2.2.1　产品结构的进阶

共振喇叭扬声器是电磁扬声器的基础。电话机可以视作话筒和扬声器的组合，虽然话筒和扬声器包含的主要科学原理不同，但是结构相似，两者可以逆向使用。因此把该综合单元项目拆解为：共振喇叭扬声器、电磁扬声器、话筒三个子项目，最后完成电话机的项目。

2.2.2　科学知识的进阶

共振喇叭扬声器涉及声音的产生和传播，响度、音调与声源振动的关系等知识；电磁扬声器除了涉及声音的产生和传播，响度、音调与声源振动的关系，电路等知识，还涉及通电导体在磁场中受到安培力的知识；话筒除了涉及声音的产生和传播等知识，还涉及电磁感应的知识；电话机是上述科学知识的综合。

2.2.3　科学思维的进阶

在“制作共振喇叭扬声器”项目中，学生比较各种材料的发声性能，选择材料制作发声效果良好的共振喇叭扬声器，需要分析、比较、分类、评价等科学思维。在“设计和制作电磁扬声器”项目中着重培养分析、推理、评价等科学思维。在“设计和制作话筒”项目中着重培养分析、推理、评价和逆向思维等。在“设计与制作电话机”项目中着重培养分析、综合、评价和组合思维等的能力。

3　教学实施

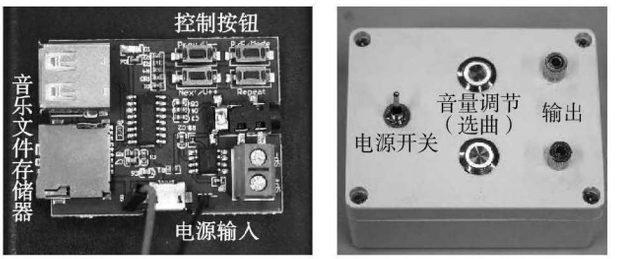
完成这一系列项目，教师需要准备的主要器材包括MP3音乐播放器、共振喇叭、磁铁、漆包线、电流放大器等。MP3音乐播放器、共振喇叭可以通过网购平台获得，价格均在10元人民币以内。

3.1　子项目1　制作共振喇叭扬声器

根据学生的认知水平，在学习声的知识后，安排制作共振喇叭扬声器的项目。扬声器的驱动需要MP3音乐播放器。MP3播放器用于播放存储在CF卡内的音乐文件，附带电源并有音频功率输出端，电路板如图2(a)所示。为了避免电路板复杂结构对学生项目化学习的干扰，我们把电路板安装在小机箱

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

内，主要功能部件安装到机箱面板上，如图2(b)所示。



(a) MP3音乐播放器电路板　(b) 装入机箱的MP3音乐播放器

图2　MP3音乐播放器

教师提供由MP3音乐播放器和共振喇叭组成的发声装置，学生选择不同种类和形状的材料作为振膜，比较声音的音色和响度，利用工具制作音色佳、响度大的共振喇叭扬声器。提供的器材有：MP3音乐播放器与共振喇叭组成的发声装置1个、振膜材料若干、剪刀1把、双面胶布1卷。发声装置与振膜材料如图3所示。原理及结构示意图：由MP3音乐播放器和共振喇叭组成的装置产生音频振动，选择不同的材料和形状制作振膜，产生声音的音色和响度不同，示意图见图4。学生作品见图5。

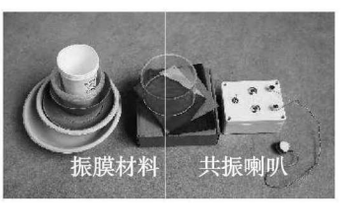


图3　制作共振喇叭扬声器的主要材料

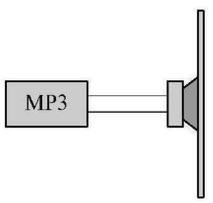


图4　共振喇叭扬声器原理示意图



图5　共振喇叭扬声器作品

3.2　子项目2　设计与制作电磁扬声器

教师提供磁铁、漆包线等材料，引导学生设计电磁扬声器图纸，绕制线圈制作电磁扬声器，选择不同粗细的漆包线绕制不同匝数的线圈改进电磁扬声器。提供的器材有：MP3音乐播放器1个、磁铁1个、漆包线2卷、振膜材料若干、剪刀1把、美工刀1把、胶布1卷(见图6)。原理及结构示意图：通电线圈在磁场中受到安培力的作用，线圈因电流方向的不断变化而振动，线圈振动带动振膜振动而产生声音，示意图见图7。学生选择不同的材料如纸杯、塑料杯、纸箱等制作的作品见图8。



图6　制作电磁扬声器的材料

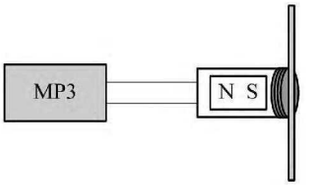


图7　电磁扬声器原理示意图



图8　自制电磁扬声器作品

3.3　子项目3　设计与制作话筒

话筒是把声信号转化为电信号的装置，但自制话筒产生的电信号比较弱，需要用电流放大器进行放大。如图9所示的电流放大器内置高倍率电流放大电路，输出端可以直接驱动扬声器，曾获浙江省自制教具二等奖。在本项目中把电流放大器作为项目化学习的支架提供给学生。原理及结构示意图：声音引起振膜振动，振膜振动带动线圈振动，使线圈在磁铁产生的磁场中做切割磁感线运动，根据电磁感应的原理，线圈中就产生感应电流，示意图见图10。为了测试话筒的效果，用自制的电流放大器放大感应电流，用扬声器进行检测。教师提供磁铁和漆包线等材料，引导学生设计话筒图纸，选择材料制作话筒，利用提供的电流放大器和检测扬声器检测话筒的效果，进一步改进话筒。提供的器材有：磁铁1个、漆包线2卷、振膜、电流放大器1个、检测扬声器1个、剪刀1把、美工刀1把、胶布1卷(见图11)。学生作品见图12。



图9　电流放大器

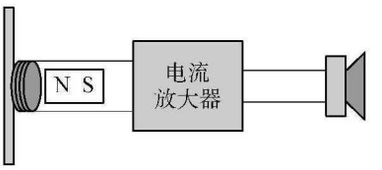


图10　话筒原理示意图



图11　制作及测试话筒的器材

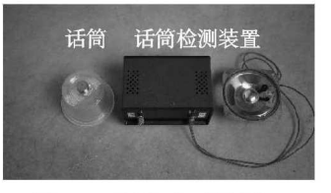


图12　话筒作品及检测装置

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3.4　综合单元项目　设计与制作电话机

设计电话机图纸，利用提供的器材或直接利用子项目2、3中自制的话筒、电磁扬声器及电流放大器等器材制作电话机，通过测试改进电话机。提供的器材有：磁铁1个、漆包线2卷、振膜、电流放大器1个、剪刀1把、美工刀1把、胶布1卷。原理和结构示意图：组合话筒和电磁扬声器就制作成了电话机，示意图见图13。学生作品见图14。

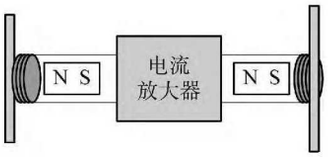


图13　电话机原理示意图



图14　电话机作品

4　实践反思

借助项目式学习来实施初中科学综合单元的教学有利于转变学生的学习方式、促进学生的深度学习、提升学生的科学核心素养。在“设计与制作电话机”综合单元项目中，学生自己设计、制作真实作品，建立了科学知识与现实世界的联系，充分体现了科学学科的特点与价值。

4.1　从单一走向综合

该项目的综合不仅体现在科学课程中不同单元知识与技能的综合运用，而且体现在跨学科的知识、技能和方法的整合。在作品的设计中需要设计图纸，怎样使之规范、美观；在作品的制作中需要绕制线圈，怎样使之紧密且不易松散；怎样组合线圈、振膜材料与磁铁，使之便于携带，都需要技术。项目需要经历设计图纸、方案择优、测试产品和改进产品等工程流程，甚至需要考虑作品外形的美观性。综合运用了科学、技术和工程等领域的知识、技能和方法解决问题，有利于培养学生跨学科的素养。

4.2　从知识走向产品

该综合单元项目涉及的核心知识“通电导体在磁场中受到安培力”“电磁感应”很抽象，且易混淆。现实生活中的扬声器、话筒、电话机结构复杂，学生很难将这些抽象的知识与这些作品建立联系。通过该科学实践活动，学生把科学知识转化为真实的作品，通过深度学习的历程，深刻理解了电与磁、声等知识。而且通过综合运用知识解决真实情境中的问题，理解了电与磁的相互作用、运动和力的关系，有利于学生形成运动和相互作用的学科观念。

4.3　从科学探究走向探究实践

在科学教学中，“通电导体在磁场中受到安培力”“电磁感应”的知识是通过实验探究的方法获得的，教师引导学生经历提出问题、设计实验、获取证据、得出结论的过程，建构科学规律、原理，培养了学生的科学探究能力。在综合单元的项目化学习中，学生综合运用探究所得的科学规律、原理和跨学科的知识开展科学实践活动，制作出高质量的作品。学生经历技术与工程的实践过程，包括明确任务、设计方案、展示交流、制作作品及评价改进等，有效地提升了技术与工程实践能力。

4.4　从低阶思维走向高阶思维

科学思维是科学学科核心素养的核心，根据人的认知水平可以分为低阶思维和高阶思维。项目“设计和制作共振喇叭扬声器”提供给学生现成的发声装置，只需要选择材料作为振膜，把声音放大。通过试验，对材料进行分类，归纳不同材料的效果，并择优改进共振喇叭扬声器，主要运用的是分析、比较、分类和综合等基本思维方法。在后面几个子项目的学习中，学生需要根据不同的原理设计方案、制作作品，通过改进完善作品。学生需要作出系统的分析，通过批判质疑，提出创造性的见解和方案，运用逆向思维、组合思维等创造性思维解决问题，培养了高阶思维能力。

学习是一种社会文化观的建构，是由想要了解世界或能够参与“做”的愿望所激发的[6]。在教、学、评一致性的背景下，基于综合单元学习的科学实践活动以课标规定的内容为核心知识，融合技术与工程，把科学知识与真实世界联系了起来，切实改变了课堂的学习样态，体现了素养导向的综合学习，培养了学生的核心素养，有利于学生学业质量的提高。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.

[2] 夏雪梅. “新课标”如何不变成“旧实践”：论义务教育“双新”对学校教学的挑战[J]. 上海教育科研，2022(4)：10　16.

[3] 中华人民共和国教育部. 义务教育科学课程标准(2022年版)[S]. 北京：北京师范大学出版社，2022.

[4] 方道余. 基于科学思维的综合单元教学设计[J]. 物理教学，2021(9)：23　25.

[5] 吴志明. 学习进阶理念下的问题驱动教学研究　以苏科版八年级“压强”教学为例[J]. 中学物理教学参考，2020(11)：18　21.

[6] Brown J S, Collins A, Duguid P. Situated cognition and the culture of learning [J]. Educational Researcher, 1989(18).

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net