

基于项目的STEM学习

——以手摇发电机为例

罗泽碧

贵阳学院 贵州 贵阳 550005

[摘要]小学科学课是由多个学科所组成的综合课程。可以通过项目的方式把这些知识融合在一起进行学习。本研究通过设计与制作手摇发电机这个项目把小学科学里的电、磁铁和齿轮多个知识点融合起来学习。通过项目式学习,不仅可以使学生获得理论知识,同时也便于学生理解知识在生产与生活中的应用。

[关键词]小学科学;项目式教学;STEM教育

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.11.456

一、研究问题

基于项目的学习(Project-Based Learning,简称PBL)不是新概念,但是把STEM教育与其联系起来,就是新的尝试。把STEM和PBL整合的优势是,它可以包含与现实生活相关的真实任务和学生通过设计要求掌握的与任务相关的知识^[1]。“基于项目的STEM学习”强调知识和技能的融会贯通,要求学生学习多个领域的知识和技能,并将这些知识和技能融会贯通到其他领域,从而实现跨学科、跨领域人才的培养。通常情况下,“基于项目的STEM学习”基于问题,基于项目的学习,强调以学生为中心、学习过程是开放性的,重点在于对学生设计能力和解决问题能力的培养。

“手摇发电机”这一项目涉及小学科学课程中的磁铁(三年级下)、电(四年级上)、齿轮(六年级上)等知识。通过该项目可以为学生提供一个真实的生活情境,并在该情境的引导下,学生自己提出并定义问题,如如何实现能量的转换?怎样才能产生电能?在具体的工程实践中,采用探究与合作的方式进行工程的设计、制作、测试以及不断的完善。

二、科学、技术、工程与数学的有机融合

STEM是科学(Science),技术(Technology),工程(Engineering),数学(Mathematics)四门学科英文首字母的缩写。^[2]STEM教育就是集科学、技术、工程,数学等多学科融合的综合教育,以更好的培养学生的创新精神与实践能力的。

手摇发电机项目可以通过系列背景经验活动学习特定的物理知识、机械知识,并能够利用数学知识以及技术来设计与构建手摇发电机模型。

手摇发电机项目在STEM各方面的学习内容如下表所示:

三、手摇发电机项目工程实施过程

工程就是应用数学、科学和技术领域的概念来系统地解决复杂问题。整个项目过程可以通过工程流程图清楚看出。

流程图如下所示。

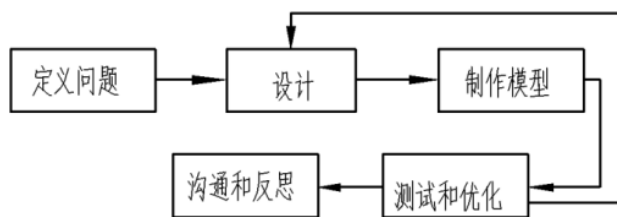


图1 手摇发电机工程流程图

1、定义问题

通过定义问题,小组成员可以清楚而准确地描述设计工作的目标。小组成员需要利用课余时间确定手摇发电机的以下三个问题:

(1)工作原理:闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时,导体中就产生电流。持续转动手柄,即一直在做切割磁力线运动。那么就一直有电流产生。(2)限定条件:在定子转子不变的情况下,切割磁力线的速度越快,电流就越大。(3)研究问题:如何利用齿轮机构提高切割磁力线的速度?

2、设计

确定好研究的问题之后,接着开始进行设计。工程设计过程是运用数学、科学和技术的原则来达到目的^[5]。有效的设计涉及多项解决问题的观点,创新性是整个过程的核心部分。

工程设计是一个复杂的工程体系,不是提出一个单一的正确方案,而是要在需要分析很多可实施的方案并从中选出最合适的方案。具体在这个项目上说,差不多有三种方案可供选择:一级齿轮传动、二级齿轮传动和三级齿轮传动。三种方案的图纸如图2所示。

3、制作模型

表1 背景活动

活动1: 什么是电磁感应	活动3: 能量转换	活动4: 齿轮知识
探索当闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时,导体中就产生电流。	探索机械能转换为电能的例子,或电能转换为机械能的例子。	一对相互啮合的齿轮,可以传递运动和力,其两齿轮转速的比值等于其齿数的反比。

表2 手摇发电机在STEM的各方面的学习内容

科学	数学	技术	工程
电磁感应知识、能量转换知识、电路知识、齿轮知识	计算各种数据所使用的数学知识	此项目中的涉及的设计都属于技术层面。	整个手摇发电机的制作过程都属于工程问题

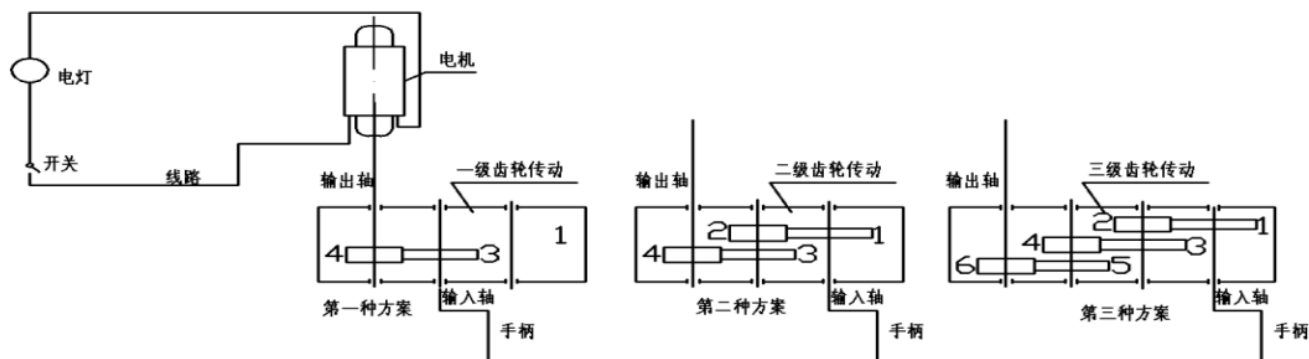


图2 手摇发电机三种输入速度的方案平面图

根据图纸第二种方案设计自己的手摇发电机模型。设计好的模型如图3所示。老师准备了以下材料：齿轮组、固定板、轴、轴承、小电机、电线、灯泡、开关、手柄等。

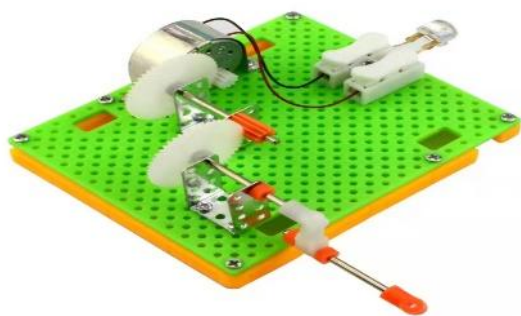


图3 手摇发电机模型

4、测试和优化

模型要在所有可能的条件下进行实验评估和测试。每一次测评都要做好详细的记录，包括预测、测试的条件、观察和结果。在测试过程中，教师应该确保学生就自己的观察做具体详细的笔记。通过测试，可能会出现的情况如下：

情况1：灯泡不亮；情况2：灯泡不能持续发亮；情况3：灯泡能持续发亮。

情况1：灯泡不亮，原因：电路没有产生电流，整改措施：情况2：灯泡不能持续发亮，原因：；整改措施：情况3：灯泡能持续发亮，原因：在闭合回路中产生足够多的电流，符合设计要求。

在测试并观察模型之后，识别出灯泡不亮和灯泡不能持续发亮的原因并修改设计。根据检测论证，再次就速度与稳定性进行了考虑。进一步论证了使用二级减速器即可以达到使灯泡发亮的目的。又保证了结构的稳定性。整个增速装置的速度变化如下所述。经过测试，在输入手柄的转速一定时，此时的手摇发电机可以持

续的发电。经过二级齿轮增速后，切割磁力线速度为

$$n_4 = n_3 \times \frac{z_3}{z_4} = n_2 \times \frac{z_3}{z_4} = n_1 \times \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} = n_{手柄} \times \frac{z_1 \times z_3}{z_2 \times z_4} = 36n_{手柄}$$

5、沟通与反思

整个手摇发电机的设计与制作采取小组合作的方式，有助于扩展概念形成的过程，分担工作任务，并充分利用个体间不同的实力强项。同时，整个设计过程就是一个工程，需要有效地沟通，通常有人际互动、口头沟通、视觉沟通和书面沟通四种方式。

四、结论与不足

通过手摇发电机这个项目，可以把科学知识（电路、电磁感应、齿轮、能量转换）融汇起来，综合思考，是一件非常有意义的事情；通过这个项目，我们对工程与设计有了一个真实的体验过程，为学生接触真实的世界有了非常真实的感受。并对帮助学生科学、技术、工程和数学各领域里的概念形成了有力而逼真的理解；同时让学生有了团队协作、与同伴沟通、解决问题、自主学习的能力。

参考文献

[1][美] 罗伯特·M·卡普拉罗等编著，王雪华，屈梅译. 基于项目的STEM学习[M]. 上海：上海科技教育出版社。
 [2] 中华人民共和国教育部制定. 小学科学课程标准[M]. 北京师范大学出版社。
 [3] 叶兆宁. 融合：实现STEM教育的有效策略[J]. 中国科技教育. 2013(2)：12-15.

作者简介：

罗泽碧（1979-），女，贵州福泉人，贵阳学院科学教育专业副教授，主要从事小学科学和机械设计方面的教育教学研究

基金项目：贵阳学院校级课题：乐高机器人与EV3编程软件在机械技术实践课中的应用研究（项目号0203008002100）。

表3 手摇发电机测试结果分析

	原因	改进措施
灯泡不亮	原因可以有两点：一是电路连接不正确；二是电机没有产生电流，没有正确切割磁力线；	一是检查电路连接；二是检查手柄转动时电机轴是否能随手柄的转动而转动。
灯泡不能持续发亮	在闭合回路中产生了电流，但电流不多	在转子定子一定的情况下，提高切割磁力线的速度。
灯泡能持续发亮	正常	无需改进