

基于馆校结合环境下的 STEM 教学案例设计——水资源项目

The Teaching Case Design of STEM Based on the Environment of Combining Museum and School - Water Resources Project

张小琳¹, 王璐瑶¹, 杨丹²

1 北京师范大学教育学部教育技术学院

2 北京市建华实验学校

123zhangxiaolin@163.com

wangluyao182@163.com

【摘要】 在 STEM 教育理念指导下, 本文以“针对国内水污染问题, 设计水净化方案”为主题, 将学校、博物馆、自来水厂等资源进行整合, 开发出一个将生物、化学、物理、数学与工程技术相整合的教学案例。通过带领学生调查我国水资源短缺及水污染严重的现状, 学生通过搜集生活中的废水, 进行自主探究设计出水净化方案, 在整个过程中, 学生协作进行分析问题、设计解决方案、实践、分享与评估, 之后, 对当地自来水厂进行实地考察, 明晰四个水净化过程。值得一提的是, 本研究结合当地教学资源, 开展与自来水博物场馆相结合的教学活动, 为项目增添人文理念。

【关键词】 正式与非正式; STEM; 学生主体; 馆校结合

Abstract: Under the guidance of STEM concept, the theme of this paper is “Designing water purification solution based on water pollution of China”. This paper integrates the resources from school, museum and water utility factory to develop a comprehensive learning practice, which involves multi-subject knowledge in biology, chemistry, math, physics and engineering. The students are guided to research the water shortage and pollution status in China, and independently inquire to find solutions for water purification through collecting water in daily life. During the overall process, students are collaborated to analyze issues, design the solution, practice, share ideas and assess the effectiveness. Consequently, the practice makes full use of local resources like water museum to add humanistic color to this study.

Keywords: formal and informal education, STEM, combination of museum and school activity, student's subjectivity

1. 前言

面对 21 世纪培养核心素养和创新能力人才的需要, STEM 教育越来越受到国内外教育研究者的重视, STEM 教育融合, 指的是科学、技术、工程、数学等学科的整合, “现如今已经把 STEM 扩充为 STEAM(增添艺术领域), 再到 STEMx(增添更多项学科领域)” (叶兆宁、周建中、郝瑞辉、凡霞、叶艳和陈彧, 2014), STEM 教育的内涵和外延越来越丰富, 包括艺术、体育、人文、计算机科学、调查研究、创造与革新、全球沟通协作等 21 世纪所需的知识与技能, 发展成为包容性更强的跨学科综合素养教育。

现阶段很多学者做对比国外案例分析研究, 美国、英国等发达国家有很多优秀案例已经引进国内, 北京、上海、广州等城市的先进学校创立了别具特色的 STEM 课程, 北京景山、十一学校(建华学校)的老师们开发出大批 STEM 教学活动、上海 STEM 云中心也在学生教育上崭露头角。但如何把社会资源充分的调动与学校教育相结合, 很少有学者研讨。本文将抓住学生为中心、与生活相连接这两个 STEM 的主要特点, 设计连接正式与非正式的 STEM 教育模式, 为中小学教育者提供重要切入点去研发 STEM 课题项目。

2. 文献综述

2015 年北京师范大学余胜泉(2015)老师提出关于 STEM 教学流程的模型框架, 是通过教学分析以项目和问题为中心的展开模式, 涉及支架、工具与资源、学习活动过程、评价、知识强化和修改总结设计等。以及强调资源管理和评价的 STEM 教育应用创新路径架构(王娟和吴永和, 2016)。

STEM 兴起之时，讲的是学科间的整合，到问题或情境探究为主题，再到生活中的工程为主导，STEM 课程不一定要创新出一种新的活动，要有特色和着重，而特色最本质原因取决于学生的实际程度和需求。无论是正式学习还是非正式学习，都应真正以学生为中心。过去的学习，主要是学校的学历教育。知识经济时代，人们的学习已从学校阶段性的学习转变成终身学习。学习除了正式学习以外，更多的是非正式学习。正式学习与非正式学习最重要的区别在于正式学习是由外界发起、组织的，“而非正式学习是由学习者自我发起、自我调控、自我负责的学”（余胜泉和毛芳, 2005）。其中，在各类场馆中的学习是非正式学习的重要组成部分。

馆校结合也成为近年来兴起的一种新型的教学方式，在这种教学方式中，学生不仅能够学习相关知识，还能够培养他们自主学习的能力，提升学生们学习的兴趣。馆校结合这种教育方式不仅有利于学校，对博物馆自身的发展也有很大的推动作用。“只要持续不断的完善，既有利于把馆内的资源充分展示出去，同时还能拓展学生的知识面”（吕洁, 2015），是一种非常好的教学方式。

美国致力于 STEM 教育近 30 年，但由于局限于单一的学校教育，多年来成效并不显著。为此，美国 STEM 教育委员会成员单位特别增加了史密森学会，希望借助史密森学会及其科技馆的优势，使非正规 STEM 教育资料与学校 STEM 教育保持一致性，并提高其 STEM 教育。

20 世纪 80 年代，欧美各个国家相继进行了教育的改革，美国和英国分别颁布了《美国国家科学教育标准》和《英国国家科学教育标准》。学校以此标准作为依据重新设计了教学课程，科技馆和博物馆以此标准为依据设计了教学项目，通过遵循“国家科学教育标准”达到正规教育与非正规教育的有效结合，此时欧美国家的“馆校合作”进入了深度融合阶段（辛兵和龙金晶, 2011）。

而我国的 STEM 教育特别是校外 STEM 教育也要充分发挥科技馆的优势，进一步提高 STEM 教育。2013 年 9 月，中国青少年研究中心对 8 个城市 64 所学校的 5696 名中小学生进行了科学学习状况的问卷调查。数据显示，中小学生去科技馆的频率较低，从事科学技术职业的意愿不强，学校的科学活动“看得多做得少”，学生对课外科学活动的需求尚未得到满足，普遍希望增加去大自然中和科技馆学习的机会（李娟和陈玲, 2015）。这一状况反映出我国在科技馆内进行 STEM 教育存在诸多问题，未来仍需进一步深化学校科学教育改革，充分发挥科技馆在 STEM 教育中的作用。

如何利用各类场馆中已有的丰富的教育教学资源和基础设施，各类场馆如何发挥自己的特色，给 STEM 教育提供更多更有效的实现途径和方式，“形成一套馆校结合环境下 STEM 教育教育教学模式，是需要系统实施和扎实的研究的”（秦建军, 2013）。

本研究中的教学活动设计，在 STEM 教育理念的指导下，以设计水净化方案为主题，鼓励学生们协作进行分析问题、设计解决方案并进行实践，学生可以通过做中学，玩中学，对于主题相关的科学知识进行学习和内容的拓展，通过与当地自来水博物馆的教学资源相结合，开展教学活动，深入挖掘青少年参观的兴趣点、知识点和科普点，对于水净化过程、历史知识、文化等内容进行探索。以此为例，从而探索馆校结合环境下的 STEM 教育教育教学模式。

3. 案例设计

关注当前经济社会发展中的真实问题。”当今世界发展与人类生存面临着能源危机、资源浪费、环境污染、防灾减灾等诸多问题，这些现实问题的解决与 STEM 领域密切相关”（丁杰、蔡苏、江丰光和余胜泉, 2013）。还要关注不同地区的学生及不同年龄段的学生情况。在非正式教育的研究中，国内外都有很多教育者挖掘其中的价值进行教育实践，本研究选取了与设计主题相关的美国亚利桑那州水资源项目（<https://arizonawet.arizona.edu>）和北京建华实验学校水净化教学案例，通过设计针对水污染问题设计水净化方案，探索从连接正式与非正式的 STEM 教育的研究方向出发的馆校结合 STEM 教育教育教学模式。如表 1。

表 1. 水资源项目对比

	美国亚利桑那州水资源	北京建华实验学校水净化	针对水污染问题设计水净化方案
--	------------	-------------	----------------

	项目	教学案例	(研究案例)
涉及学科	数学、物理、地理、技术、人文	化学、数学、物理、生物、地理	化学、数学、物理、生物、地理、技术、历史、人文
学习方式	洲整体项目	整合学科、实地参观	STEM 项目教学、馆校结合
实践活动	处理搜集到的样本数据、制作节水器	过滤并检测废水、参观	搜集资料、过滤检测、参观、制作
持续时间	九个月	三周	一个月
发动人员	政府、44 家企业、学校、大学、家长	自来水厂、学校	北京自来水博物馆、学校
受众对象	四年级	七年级	七年级
拓展课程	WISI 两日课	学生自来水厂模型制作	博物馆教育活动
评价方式	研讨会上成果展示	考核、汇报	实践记录表、分享汇报

4. 案例实施

- 1、请上过水净化处理的专业教师及学生对教学流程进行修订和预案。
- 2、选取北京建华学校（学科综合教育的教育模式）两个教学班，学生学习质量及能力相当。本校教师主导教学，研究者进行参与式观察，记录及搜集形成性数据。
 - (1) 分别对两个班级的前概念进行咨询与检测，微调整教案；
 - (2) 一个班级进行征税 STEM 教学后，参观水厂；一个班级把部分教学内容移到北京自来水博物馆进行，并利用其资源进行教学,如图 1；
 - (3) 教学后，问卷调查学生感受及对水净化自行复述流程图；
 - (4) 一个月后，让参与实验教学的两个班级学生对水净化这部分知识画概念图。



图 1、学生参观过北京自来水博物馆概况

5. 数据收集与处理

对搜集到的资料进行分类，对学生在学习过程中形成的报告，量表，及概念图，访谈等信息进行汇总分析。

5.1. 调查报告

有学生在家中进行的调研的报告，学生调查方法多样（如图 2、图 3），依据自己家中的实际情况，有自制容器进行一天水用量的测量，有针对不同对象不同功能进行分类汇总总体家中用水情况的。与大家课堂分享报告的多样性，开放学生的思路，激发学生的灵感，更善于发现生活中处理问题的方法，体现了教学过程的以人为本。

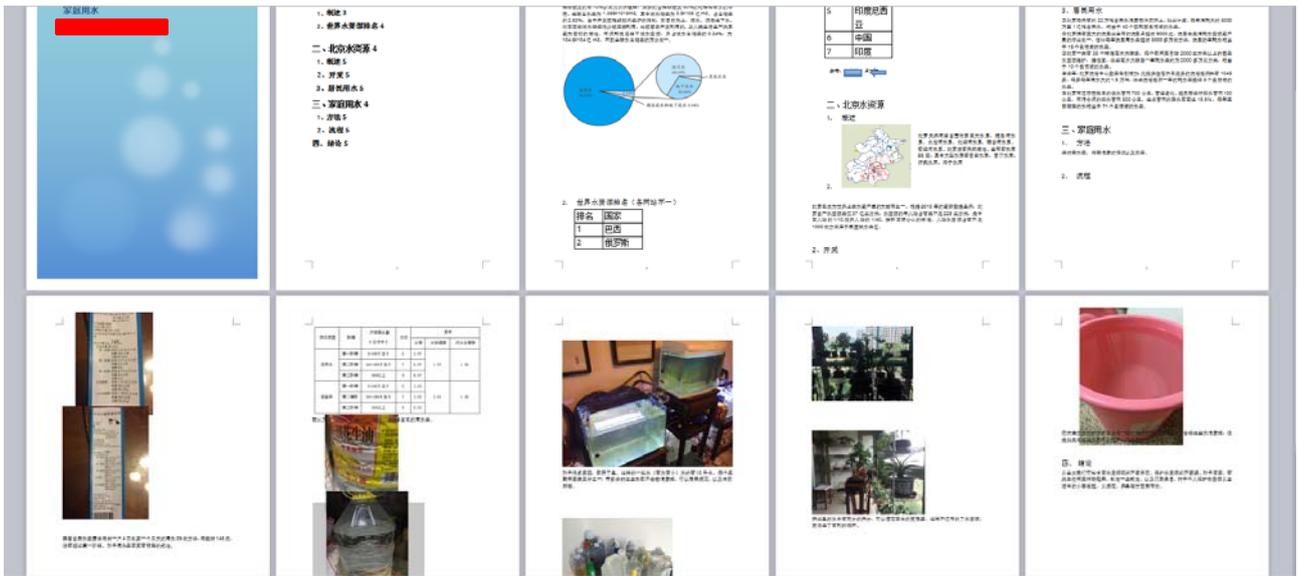


图 2. 学生对家中用水现象的调查报告举例一

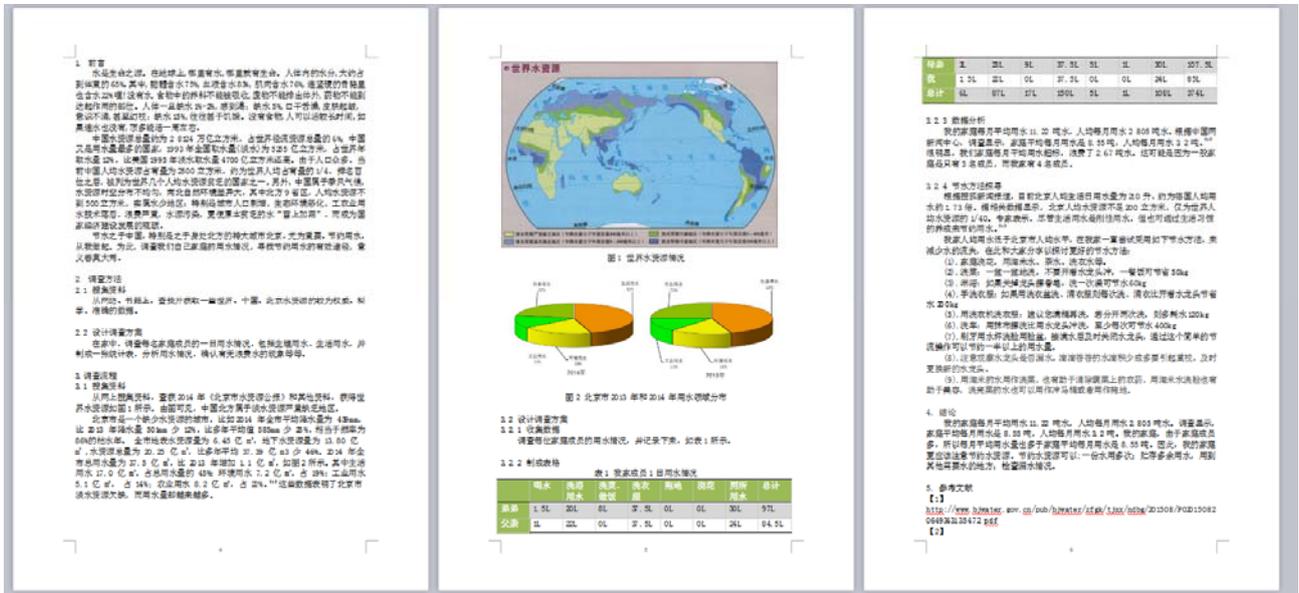


图 3. 学生对家中用水现象的调查报告举例二

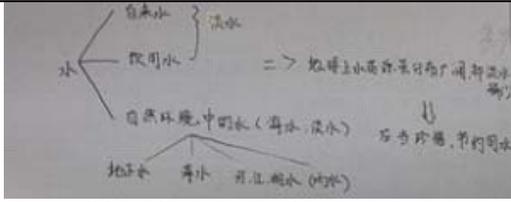
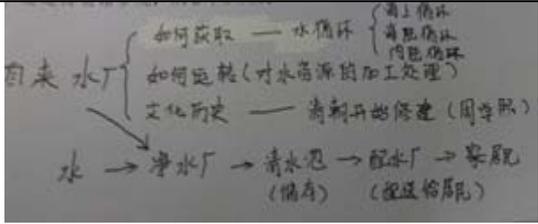
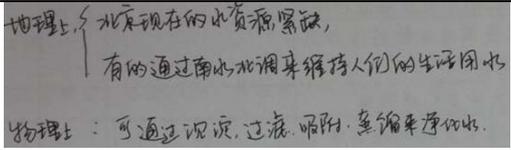
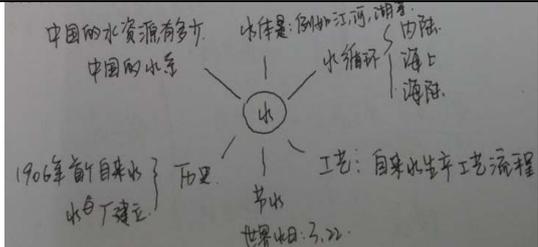
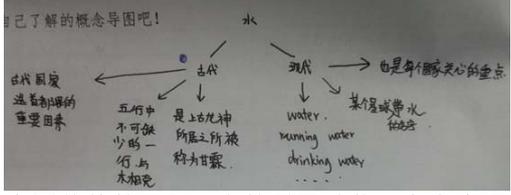
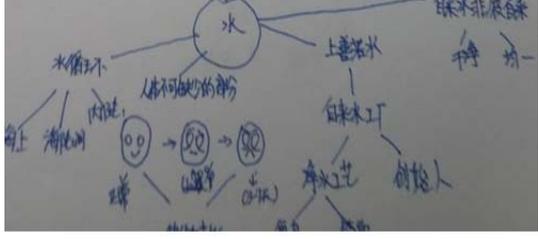
5.2. 对学生参观水博物馆反馈的量表做以统计

	非常不同意	比较不同意	一般	比较同意	非常同意
1.我认为与水相关的知识，内容本身就具有趣味性	0	0	3人 12%	13人 50%	10人 38%
2.我能将所学的知识运用到生活节水的设计和实践中	0	0	6人 23%	15人 58%	4人 15%
3.通过参观，对北京自来水文化的发展有了全面的了解	0	0	6人 23%	13人 50%	7人 27%
4.我能根据一定的知识背景大胆想象和设计节水方案	0	0	6人 23%	9人 35%	11人 42%
5.通过参观学习，我能对一些问题和现象作出自己的解释	0	0	7人 27%	9人 35%	10人 38%
6.以后会继续关注北京水资源状况及新闻的相关报道	0	1人 4%	8人 31%	10人 38%	7人 27%
7.经过参观学习，以前用水的行为方式会发生改变，从生活点滴增强节水意识	0	0	4人 15%	11人 42%	11人 42%
8.课堂教学与场馆参观相结合，既有知识讲解，又有观察实践，对我的学习很有帮助	0	0	4人 15%	16人 62%	6人 23%
9.这种教学形式生动有趣，让我对水的工程知识，物理、	0	0	8人	10人	8人

化学等自然学科及人文知识产生了极大的兴趣			31%	38%	31%
10.这种学习方式不再关注我的成绩分数,让我能够放松地投入到学习环境中	0	2人 8%	6人 23%	4人 15%	14人 54%

通过数据可以知道,大部分同学认为水的知识本身就具有一定的趣味性,“将所学的知识运用到生活节水的设计”和“实践过程中和根据一定的知识背景大胆想象和设计节水方案”这两项,23%的学生认为自己的能力没有太大的提升,主要是因为场馆参观多知识性的传达,学生的迁移能力还需要教师的引导。通过参观,对北京自来水文化的发展有了全面的了解,全面性的知识学生还是不太把握,问题设计的不好。83%的分同学可以对水的相关话题给出进一步的解释,87%的同学能设计节水资源的方案,并且84%的同学表示节水意识会渗透到生活的点滴。参观对学生的生活习惯和关注点有一定的影响。大部分同学喜欢这种教学方式,能够放松地投入学习环境,提高自己对知识本身的关注度。

5.3. 学生概念图及创造性的节水意识

列举	参观前学生对水有关知识概念图包含内容	参观后学生对水有关知识概念图增加的内容
同学甲	 <p>水的来源包括江河湖海、地下,水分布广阔,但淡水少需要保护水资源</p>	 <p>如何运转: 水循环——海陆、海空、内陆 如何传输: 水资源的加工处理流程, 变成饮用水 自来水厂为例: 取水、清水、配水 文化知识: 清朝就开始修建</p>
同学乙	 <p>北京市水资源短缺,南水北调解决用水不足可以通过过滤、吸附、沉淀等环节净水</p>	 <p>水体的含义, 水循环的三种方式, 1906年的建厂历史, 世界节水日, 增强节水意识, 自来水生产生产工艺流程</p>
同学丙	 <p>中国传统的五行, 水的重要地位, 有水资源的地方是生活的宜居之地。水是民生重点, 外太空生存的重要依据</p>	 <p>人体不可或缺, 影响人的面部变化。上善若水, 也是一种心态。 水循环, 自来水的含义, 自来水厂的建立历程及处理工艺</p>

通过学生参观前后对水资源的重新认识,结合北京的实际情况及中国和世界的水资源分部及利用,孩子都得到了情感上的升华,对北京的文化也有了进一步的认识,作为城市发展历程中的一份子,了解城市建设和规划的思路,从宏观和微观的角度认识自己生活的日益变化,更加热爱生活和科学知识。

5.4. 访谈结果

正式访谈前，在班级内随机抽取7名同学进行访谈并征得学生同意。采用结构性访谈的方式，对访谈题目进行了规定和设置，由活动助教作为访谈者，访谈者已经提前明确了访谈目的，确定了访谈内容，掌握了访谈的基本技能和操作步骤。

在整个参观过程中，访谈者已经与学生熟悉，访谈前，已经告知被访谈者，访谈内容与成绩无关，引导受访者在自然放松的心情下回答访谈者的问题，访谈者按照访谈提纲鼓励受访者畅所欲言，场馆参观活动结束后开始访谈，访谈后对受访者表示感谢。访谈内容用录音设备记录，访谈结束后将音频文件转换为文本文件，并对访谈文本记录进行分析，

从学生参观之后的体验和感受来看，学生们表示很喜欢这次参观活动，觉得很有吸引力。将原有的STEM课程与非正式的场馆活动进行结合之后，很明显的优势体现在以下几点：

首先，学生在场馆中参观，很大程度上扩充了自己的知识量，场馆中展示的水知识与水文化内容有很多是学生在课堂上接触不到的，这对学生来说是很有新鲜感的；其次，场馆中的展品可以增加知识的生动性，使内容更形象更具体的呈现，例如沙盘等展品的陈列，这在一定程度上增加了学生的兴趣；北京自来水博物馆陈列了很多北京当地的用水情况、水文化和各个区的用水分布，使教育的过程更具有本土化特色，这样学生能很好的了解到自己所学的知识是和自己的生活有紧密联系的，而不是分割独立的，这样在以后接触到相关的知识内容的时候，能够使学生更容易理解接受；了解到很多用水数据之后，有的学生表示很惊讶，有的学生说知道用水很紧张但是不清楚实际的数据，在参观过程中有了深入了解之后，同学们纷纷表示很大程度上增强了，在今后的生活中要以自己的行动来节约用水。

将原有的STEM课程与非正式的场馆活动进行结合之后，充分地对其进行补充，使学生的学习动力、兴趣和节水意识与情感方面都有了明显的增强。

6. 结论及探讨

对数据进行总结可以发现学生在场馆中参观，这种学习方式大部分同学觉得很有新鲜感，很大程度上扩充了他们的知识量。利用北京自来水博物馆陈列的很多北京当地的用水情况、水文化和各个区的用水分布，进行正式与非正式教育形式的结合，使教育的过程更具有本土化特色，这样学生能很好的了解到自己所学的知识是和自己的生活有紧密联系的，能够使学生更容易理解接受，使学生的学习动力、兴趣和节水意识与情感方面都有了明显的增强。

本案例每班只抽了26个的同学作反馈，样本比较小，不足以说明实施的普遍效果，只能衡量一个班级学习情况。数据收集还不足，需要进一步的方案实践，在教育形式上和教学方法上仅为教育者提供借鉴。为场馆与课堂教学的连接增添一分人文气息。

参考文献

- [1]叶兆宁、周建中、郝瑞辉、凡霞、叶艳和陈彧(2014). 课内外融合的 STEM 教育资源开发的探索与实践. 中国科学技术协会、云南省人民政府. 第十六届中国科协年会——分 16 以科学发展的新视野, 努力创新科技教育内容论坛论文集. 中国科学技术协会、云南省人民政府, 5.
- [2]余胜泉和胡翔(2015). STEM 教育理念与跨学科整合模式. 开放教育研究, 21(4);13-22.
- [3]王娟和吴永和(2016). “互联网+”时代 STEAM 教育应用的反思与创新路径. 远程教育杂志, 02:90-97.
- [4]余胜泉和毛芳(2005). 非正式学习——e- Learning 研究与实践的新领域. 中国电化教育, 18-23.
- [5]吕洁(2015). 以博物馆为平台的馆校合作创新教育模式——以中国园林博物馆为例. 中国科普研究所、湖南省科学技术协会. 全球科学教育改革背景下的馆校结合——第七届馆校结合科学教育研讨会论文集. 中国科普研究所、湖南省科学技术协会. 6.
- [6]辛兵和龙金晶(2011). 欧美博物馆“馆校合作”模式及其对我国的启示. 2011 (广西南宁) 中国自然科学博物馆协会科技馆专业委员会学术年会论文集·72-78.
- [7]李娟和陈玲(2015). 科技场馆内进行 STEM 教育的研究现状与对策. 中国科普研究所、湖南省科学技术协会. 全球科学教育改革背景下的馆校结合——第七届馆校结合科学教育研讨会论文集. 中国科普研究所、湖南省科学技术协会:7.
- [8]秦建军(2013). 从 STEM 整体教学观的角度谈中小学技术教育·中小学信息技术教育, 5.
- [9]丁杰、蔡苏、江丰光和余胜泉(2013). 科学、技术、工程与数学教育创新与跨学科研究——第二届 STEM 国际教育大会述评[J]. 开放教育研究, 02, 41-48.
- [10]Arizona Project WET. <https://arizonawet.arizona.edu>

致谢

最后，我们还要特别感谢北京师范大学教育技术学院江丰光老师对我们的指导，他为我完成这篇论文提供了巨大的帮助，正是江老师对我们循循善诱的教导，我们的论文才得以顺利完成。