

承载 STEM 教育的校本课程开发

——以《互动媒体技术》为例

A STEM High School Curriculum: Interactive Media Technology

谢作如

浙江省温州中学，温州

xiezuoru@vip.qq.com

【摘要】 “科学、技术、工程和数学”教育(STEM education)，是美国应对 21 世纪挑战教育战略的重中之重。如何在基础教育中实施 STEM 教育，已经逐渐成为我国教育专家的关注热点。本文以《互动媒体技术》课程为例，介绍了承载 STEM 教育的校本课程的开发过程，并展示了《互动媒体技术》课程的目标和内容，以及教学案例和学生作品，对 STEM 教育在中小学基础教育中的实施，提供了可借鉴的经验。

【关键词】 STEM 教育；校本课程；互动媒体技术

Abstract: “Science, technology, engineering and mathematics education” is the key focus of the educational strategies that the United States has employed to respond to the challenges in the 21st century. How to implement STEM education in basic education has become the major concern of educational experts in China. The essay takes the course of “Interactive media technology” as an example, introduces the process of developing the school-based curriculum of STEM education, demonstrates the objectives and contents of the course, teaching cases and student work on STEM education and provides useful experience for the implementation of STEM education for primary and secondary education.

Keywords: STEM education, school-based curriculum, Interactive media

1. 课程开设的背景

近几年来，“科学、技术、工程和数学”教育(STEM education)，不断出现在美国联邦政府的各种教育改革政策和项目中，并成为美国应对 21 世纪挑战教育战略的重中之重。美国 100 多位企业首席执行官已经组建了一个名叫“变革方程”的机构，并承诺在至少 100 个服务不足的学区内扩大有效实施 STEM 课程计划，尤其要扩大培养全体美国人的能力和潜质的参与度。如何在基础教育中实施 STEM 教育，已经逐渐成为我国教育专家的关注热点。对我们而言，是该认识、理解和深入研究 STEM 教育的时候了。^[1]

STEM 素养是一个多学科交叉的研究领域，但 STEM 素养并不是科学素养、技术素养、工程素养和数学素养的简单组合，而是强调把学生学到的零碎知识与机械过程转变成一个探究世界相互联系的不同侧面的过程。一个 STEM 课堂的特点就是在“杂乱无章”的学习情境中强调学生的设计能力、批评性思维和问题解决能力。这种复杂的学习情境包含了多种学科，其问题可能涉及纳米技术、生物医学和天体生物学等学科知识，强调综合技术的应用。

通过对我国中小学基础教育课程的分析，我们不难发现，除了《综合实践活动》外，几乎没有一门课程关注学生综合应用能力的培养。但是，由于缺少统一的教材和承载“STEM 教育”的平台，《综合实践活动》课程的真正实施往往和 STEM 教育毫无关联。因此，北京景山学校的吴俊杰老师认为：“事实上，在社会生活中，从事工程和技术的人数会远远多于从事科学和数学的人数，因此工程教育和技术教育理应有其重要的地位，但是教育的现状是中学教育中工程教育和技术教育被边缘化。……”^[2]

2010 年的上海世博会，“以高科技为核心驱动的新媒体，让媒介与人融为一体”，标志了

我国在新媒体艺术方面进入成熟阶段^[3]。那些由互动媒体技术构建的光怪陆离的奇幻世界，激发了青少年的好奇心和求知欲。同样，以 iPhone、Android 为代表的智能手机的流行，让各类传感器的应用贴近了人们的生活。这给我以启示：信息技术课程应该纳入与传感器技术、人工智能技术相关的教学内容，让学生自己动手体验互动媒体技术在生活中的应用。这样做不仅能拓展信息技术课程的宽度和深度，还能很好地渗透 STEM 教育。

基于以上认识，温州中学于 2011 年开始开发这门名为《互动媒体技术》的校本课程。

2. 《互动媒体技术》课程的设计

2.1. 什么是互动媒体技术

从本质上说，“互动媒体”是“媒体”的一个数字化分支，是一种具有特殊信息传播功能的媒介^[4]。当今社会已进入数字信息时代，计算机给艺术带来了深刻的影响，越来越多的人开始研究跨越艺术与科学之间的领域。互动媒体技术作为新媒体艺术中的核心数字技术之一，也开始在我国蓬勃发展起来。互动媒体技术也称多媒体互动技术，是一个新生的名词，其关注计算机和外界环境的信息互动。在科技馆中常见的电子鱼缸、互动投影、虚拟翻书和 4D 影院等科普观赏项目，正是采用互动媒体技术建构，其体现了科技和艺术结合的神奇魅力。

2.2. 《互动媒体技术》的目标和内容

互动媒体技术的核心内容是传感器技术、单片机技术、编程技术和通讯技术，涵盖了机械学、电子学、工程学、自动控制、计算机和人工智能等领域。正如吴俊杰所说：“编程技术和以传感器为核心的控制技术门槛过高难以在中学开展。”^[5]为此，课程采用开源软硬件作为课程实施的平台，如选择了图形化编程平台 Scratch，降低编程技术门槛；选择了 Arduino 为硬件平台，降低硬件技术门槛和成本。经过一年时间的尝试和修改，确定了如下课程内容：

《互动媒体技术》课程以 Arduino 开源软硬件平台为基础，结合常见的编程语言（如图形化编程语言 Scratch 和 S4A，互动编程语言 processing，可视化编程语言 VB；多媒体编程语言 flash），参照常见的互动媒体作品，通过一系列的互动媒体实验，指导学生把新奇创意变身为现实，从而培养学生的科学、技术、工程和数学素养（STEM 素养）。

课程目标定位如下：

知识与技能

熟悉 Scratch、S4A 的使用，掌握算法的基本结构，能编写简单的程序；了解 Arduino 的基本功能，了解常见的传感器和数字电路的基础知识，能正确连接传感器、Led 和电机等模块；了解计算机串口、并口编程的原理及方法。

过程与方法

通过完整地经历提出设想、规划设计、制作与实施、调试与反馈等规范化设计过程，初步掌握综合设计的方法和技术。

情感态度与价值观

感受新技术对人类社会的重要性，激发对科学、技术、工程和数学领域的学习兴趣；培养问题意识和设计思想，提高 STEM 素养，促进全面而富有个性的发展。

2.2.1 Arduino 介绍

Arduino 是一个基于开放源码的软硬体平台，具有使用类似 Java、C 语言的 Processing/Wiring 开发环境。因源码开放和价格低廉，Arduino 风靡全球各地，通过淘宝网等途径即可购买。Arduino 诞生之初确实是为嵌入式开发的学习而生，但发展到今天，Arduino 已经远远超出了嵌入式开发的领域。现在，Arduino 被称为“科技艺术”，作为一种新“玩具”，甚至新的艺术载体，来吸引更多各个领域的人们加入到 Arduino 的神奇世界里来。

2.2.2 Scratch 介绍

Scratch 是由 MIT Media Lab 开发的一种适于 8 岁以上孩子的图形化编程语言。Scratch 提供了外部传感器和乐高 WEDO 马达的接口，只要拖拽积木图标，就可以制作出各种互动的作品。自 2007 年发布以来，已经有超过一百万个基于该工具的项目在其网站上共享，以供他人

下载和改进。Scratch 可免费使用，在 Mac、Windows 和 Linux 上都可以运行。MIT 还提供了官方的交流平台，学习资源非常丰富。

2.2.3 S4A 介绍

S4A 是 Scratch 的修改版本，提供对 Arduino 的支持。它保留了 Scratch 的原有特点，主要采用 Arduino 作为传感器和执行器的控制平台，提供了 6 组模拟输入接口，2 组数字输入接口，2 组舵机输出接口，6 组数字输出接口（含 3 组 PWM 输出接口）。S4A 支持的传感器更加丰富，其提供了远程传感器的协议和安卓手机的配套程序。相对 Scratch 来说，S4A 编写出的作品交互功能更加强大。

2.3. 《互动媒体技术》的教学计划

《互动媒体技术》课程共设计了 18 课时，分为四个单元，九个主题，其中每个主题 2 课时，具体如表 1 所示。

单元	主题	目标和内容
第一单元 认识互动媒体技术	精彩的互动媒体世界——认识互动媒体技术	通过视频欣赏的形式，了解互动媒体技术的发展历程和技术核心，理解交互的意义，体验互动的神奇魅力，初步构思自己的作品。
第二单元 体验互动媒体技术	有趣的积木式编程——走进 Scratch 编程世界	掌握 Scratch 的基本用法，熟悉顺序、分支、循环三种结构，掌握变量、广播、键盘和鼠标事件，能编写简单的键盘、鼠标互动程序。
	我的第一个互动作品——Scratch 互动作品设计	了解传感器板的作用以及安装方法，能接收声音、光线、按钮、滑竿等传感器的数值，编写互动程序。 初步了解 wedo 马达的使用。
第三单元 实验互动媒体技术	外界信息的获取——S4A 和传感器	初步了解 arduino 的功能，掌握扩展板的接口。 了解传感器的类型和常见传感器的作用，了解 S4A 和 scratch 的区别，能正确连接传感器，并获取传感器的信息。
	我能改变世界——S4A 和输出设备	进一步了解 Arduino 的输入输出功能，初步掌握数字电路基础知识，掌握高低电平的输出和舵机的原理；初步认识智能家居。
	神奇的信息传输——S4A 的远程通讯	了解蓝牙、zigbee 和无线数传等常见的数据传输方式，初步认识物联网。 掌握 S4A 远程传感器的数据传输方式，能使用 http 方式更新传感器信息，并编写相应的软件。
	互动的奥秘——S4A 协议分析	初步了解 Arduino 的代码规范和下载方法，能通过二进制代码分析 S4A 的传输协议。 初步了解 VB，体验基于 VB 的传感器编程；掌握串口调试工具的使用。
第四单元	打造我的互动作品——互动作品	分析并演示优秀学生作品，指导学生创造互动作品。

创 作 互 动 媒 体 作 品	创意和实现	通过范例，撰写完整的作品创作文档。
	让作品更完美一些——互动作品的评价和调试	掌握互动媒体作品的调试方法，能根据系统的错误提示而采取不同的解决方法，提高调试作品和阅读程序的能力。

表 1 课程教学计划

3. 课程实施情况

2011 年开始，温州中学实施了三轮的课程教学，共有 60 多名学生修习了这一课程。每一次选课都成为学生的热点课程，深受学生的欢迎。从教学效果看，学生都能完成自己的互动作品。部分学生在课程结束后仍和课程教师保持联系，继续完善其作品或者分享他们新的想法。

在三轮的课程实施过程中，课程方案几经修改，课程体系逐步完善；同时积累了大量教学资源，课程日益成熟。课程不仅拥有了一系列配套的支持软件，还设计并购买了教学套件。该教学套件由两个部分组成：

第一部分、Scratch 传感器板。

Scratch 传感器板为教育部教育仪器研究所参照 scratch 官方标准开发，如图 1 所示。板上提供了滑竿、按钮、声音、光线等必要的传感器，提供四组传感器扩展接口。套件价格约 300 元，共购买了 11 套。

第二部分、S4A 学习套件。

S4A 学习套件为 S4A 教学设计，采用 Arduino UNO 为控制板，提供了足够的传感器和 LED、舵机等模块，能完成大部分 S4A 中的实验。套件价格约 500 元，共购买了 11 套，样子如图 2。



图 1 Scratch 传感器板



图 2 Arduino

4. 教学案例

《互动媒体技术》课程是一门实践性很强的课程，教学中要精讲多练，每一节课都要完成一个小作品。教师不仅要加强学生对基本原理的学习，还要注意提高学生知识的广度，注重对学生学习兴趣的激发，突出学生综合设计能力和动手实践能力的培养。表 3 为《第三单元 实验互动媒体技术》中《外界信息的获取》主题的教学案例。

元	第三单元 实验互动媒体技术		单元 课时	8
题	外界信息的获取——S4A 和 传感器	总 课时	第 1-2 课时	

景 分 析	<p>《外界信息的获取》位于《互动媒体技术》课程的第三单元第一个主题。之前学生已经学习了 scratch 的编程, scratch 传感器板的使用方法和传感器的知识, 能够编写基于 scratch 传感器板的简单的互动媒体作品。</p> <p>学习重点: 传感器类型和如何获取传感器信息, 并进行相应的处理。</p> <p>难点分析: 因为学生第一次接触 arduino, 传感器和扩展板的连接是教学难点。</p>
学 目 标	<p>知识与技能</p> <p>了解 Scratch 和 S4A 的不同点, 了解 Arduino 的功能, 了解常见的传感器类型和使用范围; 能安装 arduino 驱动, 能正确连接传感器, 并利用传感器信息进行相应的编程。</p> <p>过程与方法</p> <p>通过对不同传感器的探究和程序编写, 经历调试与反馈的编程过程, 初步掌握综合设计的方法和技术。</p> <p>情感态度与价值观</p> <p>感受新技术对人类社会的重要性, 激发对科学、技术、工程和数学领域的学习兴趣。</p>
价 设 计	<p>探究传感器的适用范围和编写“让传感器信息形象化”的程序。</p>
与 学 的 活 动 设 计	<p>一、复习导入</p> <p>教师演示一个简单的互动作品(人数统计), 学生讨论其不足之处和解决方案, 得出 Scratch 传感器板支持的传感器类型太少的结论, 从而引出 S4A 和 Arduino。</p> <p>二、教学新课: 认识 S4A 和 Arduino</p> <p>1. S4A 和 Arduino。</p> <p>S4A 是 Scratch 的修改版本, 提供对 Arduino 的支持。它在保留了 Scratch 的原有特点的基础上, 采用 Arduino 作为传感器和执行器的控制平台, 支持更多的传感器。S4A 还提供了远程传感器的协议和安卓手机的配套程序。相对 Scratch 来说, S4A 编写出的作品交互功能更加强大。</p> <p>Arduino 是一个基于开放原始码的软硬体平台, 因源码开放, 价格低廉, 风靡全球各地, 可以通过淘宝等途径购买。Arduino 被称为“科技艺术”, 作为一种新“玩具”, 甚至新的艺术载体, 吸引各个领域的人加入到 Arduino 的神奇世界里来。</p> <p>2. S4A 和 Arduino 的安装。</p> <p>3. 常见传感器类型和接口。</p> <p>按信号输出分类, 传感器可以分为模拟传感器、数字传感器和开关传感器。一般来说, 数字传感器和开关传感器都可以称为数字传感器。Arduino 的扩展板采用堆叠式设计, 其中 GND (G) 表示地线, 连接黑线; 5V (VCC) 表示供电电压, 即+极, 连接红线; D (S) 表示信号, 一般为黄线。</p> <p>三、学生实践: 试验传感器的适用范围</p> <p>1. 实践:</p> <p>安装 S4A 和 Arduino 驱动, 正确连接传感器, 并在 S4A 上成功显示</p>

传感器数值。

2. 试验：

任选学习套件中的 2-3 个传感器，分别研究它们在不同状态时的数值变化，然后选择其中一个传感器的试验结果填写试验报告单。

传感器名称	
状态	数值
结论（适用范围）	

表 4 试验报告单

四、作品创作：让传感器信息可视化

1. 教师演示温度测量仪的编写，重点介绍如何将传感器信息存储在变量中，并演示将传感器信息可视化的思路。

2. 学生创作作品：任选一个传感器，编写一个程序，利用传感器返回的信息，让信息可视化、形象化。

五、反馈和提升

1. 作品展示，提出建议

选择 1-2 个学生作品，展示，并进行评价。

2. 讨论：数字传感器能不能接到模拟接口？同样，模拟传感器能不能接到数字接口？

六、课堂总结

S4A 通过和 Arduino，扩展了 Scratch 对传感器的支持范围，弥补了 Scratch 传感器板的不足，使我们对传感器的选择范围更加广阔。和 scratch 一样，S4A 和 Arduino 都是开源项目，让我们感谢这些慷慨分享自己劳动成果的开发人员，感谢他们给我们一个这么优秀的探究科学的平台。

七、布置作业

1、通过网络，了解 Arduino 还支持哪些传感器，了解这些传感器的适用范围。

2、寻找自己感兴趣的传感器，如果淘宝网上已经提供，填写传感器的类型、图片和原理，并给出地址；如果找不到，可以写出自己的需求，并试着设计一下该传感器的结构，画出电路图。

表
教学案

5.

生作
欣赏

4
例
学
品

《互动媒体技术》主要采用作品评价法，学生最终要完成一个互动作品的设计。在教学中，教师主要是引导学生如何设计一个有创意的互动媒体作品，在设计的过程中不断学习，不断完善作品。学生可以模仿一些展览馆中的互动媒体作品，以低成本的方式实现出来。从下面两个学生作品，可以管窥《互动媒体技术》课程的教学内容以及目标。

学生作品一、感知外界环境变化的风景画

创意说明：

该互动作品是由一个 Arduino 板及传感器和 Scratch 进行连接，能实时感知外界天气变化的装置。Arduino 传感器可以直接监测天气情况，例如：天是否黑了，外面有没有在下雨及温度变化等，并将天气数据传输给 Scratch。Scratch 的显示窗口为一张风景画，风景画可以根据 Arduino 传回的数据发生变化。例如：风景画会随着环境的亮度变明暗；下雨时，风景画上会有雨滴出现等。设计整体简单，是一个很有趣的装置。

6. 反思与总结

《互动媒体技术》课程已经实施了一年。因为没有可以借鉴模仿的课程，甚至在高校中也找不到类似的内容，所以在课程开发初期非常辛苦，仅软件和硬件的比较和选择方面，就花了整整一个学期。从选课情况上看，课程深受学生欢迎，在所有的选修课程中，都是最早“爆满”。从教学效果看，学生设计制作的作品新奇有趣。这些都让我进一步认识到在中小学中开设类似课程是非常有必要的。

1. 《互动媒体技术》课程是探索创新人才培养新途径。

综合就是创新。因为互动媒体技术是一门跨学科的综合性的科学技术。它涉及自动控制、计算机和网络技术、传感器、人工智能、微电子技术和机械工程等多个学科领域。北京航空航天大学教授宗光华认为：“只有基于项目的工程课程，才可以塑造多学科知识交叉和综合运用环境，将零碎知识与机械过程提升为探究世界各侧面相互联系的过程。”^[6]

信息时代下，无论是高素质劳动者、专门人才，还是拔尖创新人才，技术素养和创新思维都是不可或缺的基本要素。互动媒体技术引入到中小学教学活动，有利于培养青少年从小对科技产生积极兴趣并激发创新思维和创造意识，而 Scratch 和 Arduino 极大程度地降低了技术门槛，使学生能尽快理解互动的原理，并搭建出模型。

2. 《互动媒体技术》可以纳入中小学信息技术教育内容。

目前，中小学的信息技术课程主要关注文本处理、互联网应用等方面，技术上仍停留非常初级的阶段。将《互动媒体技术》的课程内容纳入基础教育，可以进一步将中小学信息技术教育和完善到更广阔和纵深的范畴，使青少年对于信息技术有科学的认识和较为完整的理解，更重要的是，可以全面提升中小学生的技术素养。

此外，现行的中小学信息技术课程偏重于软件，而通用技术课程的《电子控制技术》和《简易机器人》模块则偏重于硬件。《互动媒体技术》横跨软件和硬件两个领域，是连结二者之间的桥梁。这恰恰正是基础教育中技术教育的最薄弱之处。

因为该课程偏向于实践，选修的学生尽量控制在 20 人以内。如果经费允许，尽可能做到人手一套教学器材。实验室中还要提供一些特殊的传感器和模块，如湿度、气体、触摸屏和 zigbee 模块之类，尽可能将学生的创意作品实现起来，教学效果将会更好。相信《互动媒体技术》课程的普及，对学生 STEM 素养的提升将起到很好的促进作用。

参考文献：

[1] 赵中建(2012.6.15). 为了创新而教育. 中国教育报. 第 7 版.

[2] 吴俊杰和梁森山 (2011). Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究 (七) ——基于自制光敏扫描仪谈 STEM 教育. 教学仪器与实验, 27 卷, 9-11.

[3] 汪文斌 (2010). 新媒体 新世博 新生活. 人民网. Retrieved November 2, 2010, from <http://scitech.people.com.cn/GB/12273376.html>

[4] 孔晶晶 (2009). 基于 Processing 的互动媒体设计研究. 知网空间. Retrieved July 4, 2009, from <http://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10295-2009250493.htm>

[5] 吴俊杰和梁森山 (2011). Ledong Scratch 互动教学平台的应用与研究 (七) ——基于自制光敏扫描仪谈 STEM 教育. 教学仪器与实验, 27 卷, 9-11.

[6] 朱广清 (2010). 从军用机器人发展现状看科学素质培养. 人民网. Retrieved July 28, 2010, from <http://scitech.people.com.cn/GB/12273376.html>