

建构主义理论在科普展示中的应用与思考

于 峰^{1,2}

(上海交通大学, 上海 200240)¹ (上海科技馆, 上海 200127)²

[摘 要] 建构主义学习理论强调教学以学习者为中心, 学习者是认知主体, 教师是意义建构的帮助者、促进者。本文通过对建构主义学习理论内涵与本质的探究, 结合科技馆常设展的三类展示方式, 尝试性地探讨了基于建构主义学习理论下“魔方机器人”展项研发的应用实践。

[关键词] 建构主义 HPS教育 科普展示

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357(2012)06-0022-07

A Study on the Application of Constructivism Theory on Science Education and Exhibition

Yu Feng^{1,2}

(Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)¹ (Shanghai Science and Technology Museum, Shanghai 200127)²

Abstract: Constructivism learning theory emphasizes learners as the center of teaching. The learner is the cognitive subject, while the teacher is a significance helper or promoter. Based on the essential understanding of the constructivism learning theory, this article discusses the different effects of three exhibiting approaches on children's science education in modern science and technology museums and explores the method of constructivism on Rubik's cube Robot exhibit.

Keywords: constructivism; HPS education; science exhibitions

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357(2012)06-0022-07

1 建构主义的兴起

自 20 世纪 80 年代以来, 世界许多国家将科学教育改革作为新一轮教育改革的焦点。与 60 年代科学教育课程改革不同, 这次科学教育改革的主要目标不是着眼于培养科学精英, 而是让所有学生都学好科学, 即普及科学教育 (science for all), 并通过促进学生有意识地学习科学以提高科学教学质量。在这次科学教

育改革中, 指导思想首推建构主义理论^[1]。

1996 年美国出版的《国家科学教育标准》(以下简称《标准》), 作为美国有史以来第一个全国科学教育的纲领性文件, 就是以建构主义理论作为其指导思想的, 把科学史、科学哲学和科学社会学 (简称: HPS 教育, 即 history, philosophy and sociology of science 的缩写) 的有关内容纳入中小学科学课程中。在科学教

收稿日期: 2012-06-05

基金项目: 上海科普教育发展基金会资助项目 (A2012005)。

作者简介: 于 峰, 上海交通大学科学史与科学文化研究院在职博士, 上海科技馆研究设计院副院长, 通信高工, 研究方向为信息技术理论与应用、科学史与科学文化, Email: yuf@sstm.org.cn。

育实践领域,以建构主义理论为指导的教师教育改革、课程与教学改革和科学教学评价改革在德国、新西兰、英国等许多国家都在展开,同时建构主义理论研究也引起了国内教育界不少学者的关注。

2003年国务院颁布的《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》明确指出,科普教育的目的是为了提高公众的科学素养。科技馆作为非正规科学教育的主阵地,在常设展、临展和巡展等领域,如何将建构主义等前沿的科学教育思想和理论应用于展示实践活动,提升公众的学习能力和学习效果,值得我们每一位科普工作者深思。

2 建构主义理论在科普展示中应用模式的探讨

2.1 建构主义的基本内涵

建构主义是当代欧美国家兴起的一种庞杂的社会科学理论,其思想来源驳杂,流派纷呈。瑞士心理学家皮亚杰(1896—1980年),被很多人称为建构主义之父,奠定了当代建构主义的理论基础。他把知识看成是一个组织和适应的过程而非静止的存在。皮亚杰认为,智力是一种称为图式的认知结构的复杂集合体。图式是开放的、不断扩充的、分化的并与人脑已有的信息互相联结的。学习的过程分为三类,将新信息纳入已有的图式称为“同化”;形成新图式或从原有图式中分离出新图式以容纳新信息称为“顺应”;智力达到一种自我满足的理解状态则被称为“认知平衡”。建构主义十分重视学生经验世界的丰富性和差异性,强调学习的主动性、社会性和情境性,认为“情境”、“协作”、“会话”和“意义建构”是学习环境中的四大要素^[2]。

“情境”——学习环境中的情境必须有利于学生对所学内容的意义建构。

“协作”——协作发生在学习过程的始终,对学习资料的搜集与分析、假设的提出与验证、学习成果的评价直至意义的最终建构均有重要作用。

“会话”——会话是协作过程中的不可缺少环节,学习小组成员之间的交流和讨论有

助于将每个学习者的思维成果(智慧)为整个学习群体所共享。

“意义建构”——这是整个学习过程的最终目标。在学习过程中帮助学生建构意义就是要帮助学生对当前学习内容所反映的事物的性质、规律以及该事物与其他事物之间的内在联系达到较深刻的理解,并在大脑中形成长期存储形式——“图式”。

2.2 三类科普展示与建构主义理论应用分析

皮亚杰在建构主义学习理论中所提出的“图式”学习认知论,在科学教育的实践中发挥着积极的指导性作用。在科普展示方面,其学习环境四大要素理论对科技类博物馆在展品和展项的创新研发中也很有启示。科技类的博物馆因其自身定位的差异而各具特色,但总体来看,在展示上主要有以下三种基本模式^[3]。

2.2.1 展品制

展品往往依托科学原理或概念来设计,偏重于单一科学知识点的体验。在空间布局上,通常没有特定的主题,往往采取按学科分类的方式。每一个展品都是独立的,展品与展品之间没有明确的关联性。比如,美国旧金山探索馆就采用了展品制的展示模式。突出展品的创新性研发,在互动性和参与性设计上独具匠心,以科学和艺术高度融合为目标,形成了一系列的高水平的科普展品并建立了完善的核心知识产权输出体系。与之相近,上海科技馆智慧之光展区也采用了展品制的模式。2011年度与中国科学技术大学合肥探奥公司合作研发了“勾股定理”、“光压风车”、“雅各布天梯”、“空气黏性飞盘”、“穿墙而过”等展品,充实了展区数学、电磁学、光学和空气动



图1 勾股定理

力学等学科的展品,有效保证了展品的更新率,提升了人气^[4]。值得注意的是,展品制可以与中小学的基础课程有密切的关联,但是由于单个展品缺乏系统性,因而在知识建构上难以在科学思想和科学社会学层面上使公众有深入的体验。

2.2.2 主题展区制

它具有明确的展示主题、翔实的展示内容和相互关联的展项和展品。同时,注重展区的环境设计,强调建立身临其境的环境氛围,帮助公众理解主题。上海科技馆在“自然·人·科技”的理念框架下,通过一期、二期建设形成“地壳探秘”、“宇航天地”、“智慧之光”、“机器人世界”等 12 个常设展区。基于 STS 设计模式下的主题展区制,十分强调整体的策



图 2 彩虹儿童乐园

划和设计,强调展项展品与内容的一体化研发,强调展项展品的层次感对参与互动的影响。随着当前科学技术的日新月异,主题展区制下的更新改造工作由于涉及投资规模大、项目前期预研周期长等问题,成为当前科技馆可持续发展中一个值得研究的课题。比如,上海科技馆二期工程结束,从 2005 年开放至今 7 年,在整建制改造方面只完成了彩虹儿童乐园主题展区改造工作,离《上海市科普事业“十二五”发展规划》中对专题性科普场馆提升改造的比例每年不低于 20%,基础性科普教育基地提升改造的比例每年不低于 10% 的要求仍然存在较大的差距。

2.2.3 主题展品制

这是一种介于展品制和主题展区制之间的展示规划模式。展示科学思想和科学方法与展示一个具体的知识不同,它往往比具体



图 3 魔方机器人

的知识更为抽象,有时需要通过一系列的过程来理解。根据主题的需要,可以设计一定的环境氛围,适时采用一些最新的信息技术和机电一体化技术来表现复杂的科学过程和科学内容。比如:我馆机器人世界展区内规划了“机器人下棋”、“魔方机器人”、“机器人弹钢琴”等多个主题展品,极大地丰富了展区的科学内涵。

对比以上三类科普展示方式,我们可以看到:展品制模式比较符合传统的课堂式教学的延伸,可以帮助学生体验一个个具体的学科原理;主题展区制模式比较符合当今 STS 或 HPS 教育潮流,让学生多维度、系统性思考科学的本质、关注科学哲学和科学社会学的更为广泛的知识领域;主题展品制模式作为一种综合性展示手段,在情景营造和意义建构方面有突出优势,因而在常设展的整体规划和局部更新改造中有广阔的应用前景。

3 一个实际应用案例——魔方机器人

从建构主义学习视角来看,科技类博物馆中主题展品制的展示形式在情境营造和意义建构中有着独特的优势。下面结合我馆机器人世界展区 2011 年更新改造中新增展项——“魔方机器人”的研发过程,来进一步探讨建构主义学习理论的运用与实践。

3.1 魔方机器人原型

2011 年初,中国科学技术大学成功研发了国内首台智能魔方机器人的原型机(如图 4 所示),它实现了自动将游客打乱的魔方在 70 秒内复原的基本功能。上海科技馆更新小组在赴安徽考察后,针对我馆现有机器人世界展区以工业机器人展示为主、智能人型机器



图4 原型机

人偏少的现状,提交了智慧之光五件展品定制和魔方机器人引进调研报告。经科技馆领导决策,最终确定了在引进“原型机”基础上,更新小组与中国科学技术大学和上海笔克公司重新规划主题和体验情境,优化展示功能,将其引入机器人世界展区,增强展区的互动性和趣味性。

3.2 情境和意义的构建

从科学内容来看,魔方机器人在《标准》中属于科学与技术的范畴,同时在 HPS 三个维度中都有对应科学教育的标准^[9](如表1所示)。对照要求,在主题策划过程中,要求项目组的策划人员思考并关注如何在情境和意义的构建过程中体现标准中的三个总体教育目标:(1)建立自然界与非自然界(人类设计的世界)之间的联系,为学生提供了培养决策能力的机会。(2)应强调与设计过程有关的能力,强调对科学事业以及科学与技术的种种联系的理解。(3)关注为学生提供一种理解个人问题和社会问题并采取行动的手段;让学

表1 美国科学内容之标准(摘)^[9]

	幼儿园至4年级	5~8 年级	9~12 年级
科学与技术之标准	区别自然物与人造物的能力;技术设计的能力;理解科学与技术	技术设计的能力;理解科学与技术	技术设计的能力;理解科学与技术
个人与社会视角所见的科学标准	科技在应对地方性挑战中的作用	社会中的科学技术	科技在应付地方、国家和全球性挑战中的作用
科学的历史与本质之标准	作为人类奋斗目标的科学	作为人类奋斗目标的科学;科学的本质;科学的历史	作为人类奋斗目标的科学;科学知识的本质;历史观点

生理解到科学是它的历史的反映,科学是一个处于不断变化之中的事业。

考虑到智能机器人的相关知识对普通参观者来说比较专业化、不易理解。为有效解决这个问题,项目组从儿童科学知识建构过程出发,在展项主题策划和情境设计中,遵循了以下六个原则。

原则一:提倡一种理念,陶行知先生“知行合一”的教育理念。我们将小学一年级课本中的陶行知先生的童谣“我有两个宝”,引入到多媒体脚本的主题编创之中。通过两个卡通人物——“静静”和“闹闹”姐弟俩的风趣对白,来营造一种学习的氛围。

原则二:建构一类知识,机器人的三大基本原理。图像识别、复杂运算和机械运动,原本是相对枯燥的科学技术知识,其实是机器人技术的核心。为了激发引导学生和广大公众的兴趣和好奇心,我们将三大原理采用卡通人物的方式进行情景化营造,同时将这三项功能与人的手、脑和眼力相对比,增强了知识的通俗性和趣味性。

原则三:鼓励一种探究,打乱魔方,观察机器人还原的全过程,思考背后的科学原理。科学始于探究,在展项的设计上,观众作为参与者,打乱魔方是游戏的开始,也是探究活动的发端。

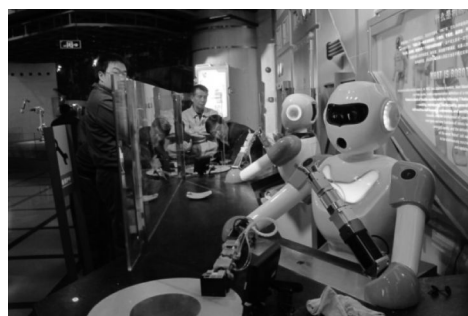


图5 魔方机器人新形象

原则四:了解一点历史,魔方的起源和发明者历史。魔方是一种风靡全球的智力游戏,它的发明本身就是一种创造。了解它的历史,有助于帮助儿童拓宽视野,更多从人文的角度思考科学的内涵。这也是当今科学教育中,HPS研究领域所提倡的一种教育方式^[9]。

原则五：掌握一套方法，机器人工程学来源于仿人类学也称“仿智”。科学方法的学习是科学教育永恒的主题。通过人与机器的对比，让儿童思考如何进一步改进机器人的设计、提升机器人的性能，更好地服务于人类。

原则六：处理一种关系，人与机器人和谐共处的关系。科学社会学不仅关注于科学技术本身，而且关注科学技术的社会影响力和人类社会的可持续发展。人文精神的培养是科学素养的一个重要组成部分。20世纪80年代的日本动画片“铁臂阿童木”就关注了机器人的“伦理学”，这对提升儿童正确认识科技对人类社会的作用，信息社会如何与智能化机器人和谐共处是一个值得关注的课题。

3.3 协作和会话功能的开发

协作和会话贯穿于建构学习的全过程，主题制展品的互动性和趣味性功能设计将直接影响着公众的学习行为和学习效果。戴维·乔纳森认为，技术被用来作为建构知识的工具可能更有效^[7]。项目组在上述六大情境和意义构建原则基础上，进一步挖掘展品内涵，以目标观众体验为中心，进行了卡通人物设计、科学内容解构展示、交互式体验设计以及趣味性对白功能开发等创造性工作。

3.3.1 主要目标观众

幼儿、中小学生：通过电影、电视等多种媒介接触和了解了机器人，他们拥有非常丰富的想象力，渴望了解机器人的原理、科学知识，对探索充满好奇心。

幼儿、中小学生家长：大多受过良好的教育，对机器人也充满兴趣，但对机器人的原理知之甚少。

其他观众：包括专业选手、业务爱好者，机器人教学、科研等其他各类公众。

3.3.2 充满亲和力的卡通人物——“动静相宜”

多媒体脚本设计中，闹闹（配音选择了喜羊羊与灰太狼中的喜羊羊的角色配音，活泼充满自信）面对观众做翻筋斗、唱歌、跳舞的动作，动作结束后，开始炫耀自己的玩魔方技术（同时在身后摸索着，拿出一个魔方），说了一半突然被一个女声打断，转过头向画面右侧望

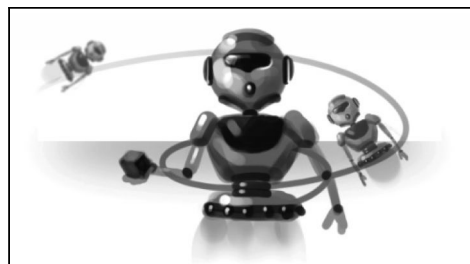


图6 活泼可爱的“闹闹”

去。伴随着说话声，静静（选用了动画灰姑娘辛德瑞拉的角色配音，聪慧而善良）机器人优雅地从画面右侧飞出来。

3.3.3 探究式解构机器人的三大“法宝”

在原理部分，我们对魔方机器人三大核心技术进行了解构。（1）机械运动。机械手解构开，对关键部分作技术介绍（画面充满科技感）。（2）图像识别。聚焦静静的眼睛，解构后，模拟扫描闹闹手中的魔方，作出识别，显示出该物体的一些基本信息（有哪些颜色、各色块的数量、尺寸等）。（3）复杂运算。闹闹随意地把魔方打乱，扫描后经过大脑的快速运算，迅速地又将魔方复原了！（大脑解构动画，出现大量数据流，运算后迅速得出结果：

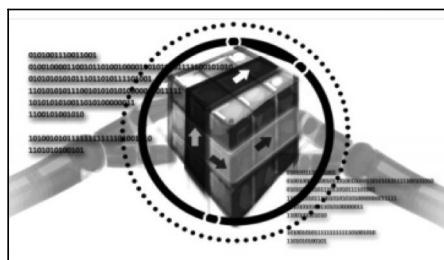
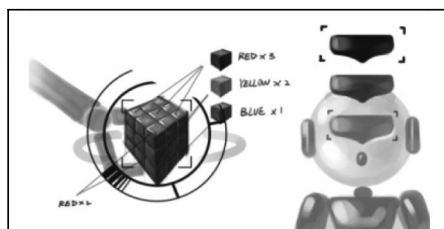
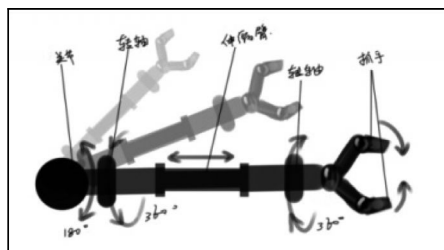


图7 机器人三大功能解构展示

怎么转动魔方,通过几步动作可以完成等信息。把这些结果传达到手臂,作出反应。)

3.3.4 巧妙设计会话,激发儿童过程式科学探究

根据魔方机器人的六个操作步骤,编写魔方机器人与观众互动的语音交互脚本。比如:当游客按下启动按钮时,魔方机器人会和观众打招呼:“你好,我是静静(闹闹),让我们一起来探寻魔方的奥秘吧!”当机器人拿起魔方(这时,监控画面开启),拍照进行识

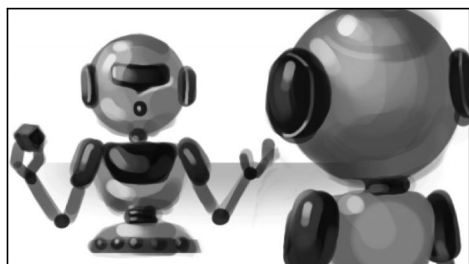


图8 聪慧善良的“静静”

别计算,识别过后,语音提示:“比赛开始啦!”同时计时器启动。这时魔方机器人会说:“让我看一看……嗯,我准备好了,我现在开始喽!”当还原魔方时间低于系统设置时间50秒时,机器人会说:“真简单,你太小看我了。”而当超过设定时间时,机器人则会风趣地说:“这个有点难了。”这种充满童真的语言表达方式,很快就拉近了观众与展项之间的距离。当机器人完成魔方复原后,会说:“我完成了,给点鼓励和掌声吧!”这时,大多数游客尤其是小朋友都会很开心地鼓掌,为魔方机器人的精彩表演喝彩。此时,两台机器人已经不再是机器了,他们已经成为了儿童亲密的好朋友。

3.3.5 失败不要紧,再来一次吧

魔方机器人在图像识别过程中,由于受环境光照强度和色差的影响,无法保证100%的识别率(系统设计在95%)。机械手高速转动,由于魔方正常损耗产生位置偏差也会出现魔方打滑中途掉落。此外,电机故障或气压异常等设备故障也会给游客的感受带来不良影响。针对这些情况,我们设计了特定的表达,比如:魔方中途滑落,机器人会说:“不好意思,刚才手打滑了,再来一次吧。”遇到



图9 过程导向建构儿童的科学

设备故障,机器人则会说:“没能量了,休息一下吧。”在机器人的语言对白设计中,项目组大胆吸收了日本儿童动画片——“铁臂阿童木”中人物个性化的对白。正是这些诚恳风趣的语言,往往能打动观众,增加游客对机器人技术复杂性的理解和探究过程的好感。

4 效果评价

从成熟的建构主义评估理论来看,早期儿童科学教育评价非常注重过程能力的评价、科学探究的评价、态度的评价以及科学内容的评价等四项内容^[8]。教师往往通过一般性的非正式的观察儿童的工作来评价他们在科学过程能力、探究方面的熟练程度、对待科学的态度。它既可以是定性的也可以是定量的。

尝试性将这种评价方法引入魔方机器人展项效果评估,我们可以看到,魔方机器人从2011年12月31日开放运行至2012年10月已有10个月,累计实际参与互动公众已达到7700余人次,观看人数在20万以上。从HPS课题组不定期现场观察游客行为来看,与机器人世界同类展项相比,游客在魔方机器人展项前滞留的时间比较长。从目标观众来看,低龄儿童(10岁以下)对展项表现出了极大的好奇心和探究的欲望。对“闹闹”和“静静”的每一次精彩表演都看得入神,结束后往往报以掌声。青少年(11~18岁)由于具有了一定的先验知识,则更加关注于技术的细节,常常会带着一种好奇心,在进行魔方打乱过程中希望能给机器人出点难题。甚至有个别专业型的观众会改造一下魔方的结构(当然这是规则所不

允许的),让“静静”和“闹闹”难堪一下。初步综合以上定量和定性的评估来看,该展项在互动性、知识性和趣味性等方面深受公众欢迎,从科学教育目标来看,收到了一定的成效,并已成为机器人世界展区新的亮点。

5 结论

作为科学教育学的一个新兴研究领域,建构主义学习理论在西方的正规科学教育中已经得到了成功的实践。但在国内的科普展示研究领域,尤其在常设展的策划、设计、项目实施以及后期评估中,该理论的研究和应用仍处在探索阶段。本文希望抛砖引玉,与国内科普同行共同探索如何在常设展的更新改造中更好地策划展品和展项,探究过程导向的科学教育,建构儿童的科学。

致谢 感谢上海科普教育发展基金会对HPS课题研究给予的鼓励和资助,感谢“魔方机器人”项目研发团队的通力合作和智慧碰撞,感谢上海交通大学科学史与科学文化研究院博士生导师关增建教授的指导和帮助,感谢课题组全体成员的努力和付出。

参考文献

- [1] 丁邦平. 国际科学教育导论[M]. 太原: 山西教育出版社, 2002: 177.
- [2] 百度百科. 建构主义学习理论[EB/OL]. [2012-06-01]. <http://baike.baidu.com/view/630921.htm>.
- [3] 胡学增. 现代科技馆展示理念与新型展示技术发展研究[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2006: 13-17.
- [4] 于峰. 试论上海科技馆常设展更新改造创新管理能力建设的六大关系和三个突破[C]//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. 北京: 中国科学技术出版社, 2011: 86-90.
- [5] 美国国家研究理事会. 美国国家科学教育标准[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1999: 129-131.
- [6] 米歇尔·本特利, 克里斯汀·艾伯特, 爱德华·艾伯特. 科学的探索者——小学与中学教育新取向[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2008: 29-41.
- [7] 戴维·乔纳森, 简·豪兰, 乔伊·摩尔, 罗斯·马尔拉. 学会用技术解决问题——一个建构主义者的视角[M]. 北京: 教育科学出版社, 2007: 2.
- [8] 大卫·杰纳·马丁. 建构儿童的科学——探究过程导向的科学教育[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2006.

(责任编辑 张南茜)

观点

我国社区科普的不足

(1) 社区科普的目标不清晰。在现阶段我国社区科普的目标仅停留在向社区居民灌输和普及医疗保健、营养膳食等科学知识层面,目的是使其更好地掌握生活技能和生活方法。令人遗憾的是,使公众适应社会,形成科学精神、态度和价值观念,提高公众运用科学技术参与公共事务的能力在我国社区科普的目标中并没有充分地体现。

(2) 社区科普内容被片面理解。社区科普内容被片面理解表现在把科普理解得过于狭隘和宽泛,这两种现象并存。一方面,社区科普中仅把养生保健、食品安全等基本生活知识作为社区科普的主要内容,缺少对科学精神、科学思想和科学方法的弘扬和传播。社区科普中另一个倾向是把科普的含义无限扩大,甚至把打门球、安装急救呼叫也都当作科普。

(3) 社区科普机制不畅。我国社区科普机制不畅主要表现在两个方面:一是居民委员会的组织地位不突出。现行体制下,社区科普更多是政府及其他科普组织自上而下、自外而内进行的,社区居委会并没有成为社区科普的组织者,更多的是扮演配合者的角色。另一个方面是,社区居民的需求被忽视,存在居民完全被动接受的“居民客体化”现象。

(4) 科普活动定位不准确。社区是社会的基本单元,一个社区就是一个社会。社区里有年轻职工、青少年、家庭主妇、老人、残障人员、下岗失业人员、外来务工人员等各类人群,成分十分复杂,需求也有很大差别。在这种情况下,社区科普要把握好居民的真实需求,有相当大的难度。目前,社区科普中定位清晰、目标明确、居民欢迎的、具有可推广价值和长久生命力的社区科普品牌活动很少。

(中国科协青少年科技中心 侯春旭)