

馆校合作课程资源开发策略研究

——以北京自然博物馆为例

金荣莹*

(北京自然博物馆, 北京 100050)

[摘要] 通过总结馆校合作课程资源开发方面的现状与问题, 结合北京自然博物馆的资源和实践探讨馆校合作资源的开发策略: 参考科学大概念; 选题依据国家课程标准; 教学资源依托展览展品; 教学过程教师协同发挥作用; 专家专业引领; 灵活运用新型多媒体技术; 开展探究式学习; 注重参观前中后三阶段的学习等, 并将开发的策略应用于实际课程及活动中。

[关键词] 科学教育 科学普及 课程资源开发

[中图分类号] N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2021.03.011

教育是学校的首要宗旨, 也是博物馆的主要任务。博物馆内的教育活动形式多样, 其中与学校合作开展活动的形式, 近年来越来越受到国际和国内普遍关注, 即称馆校合作, 亦称馆校结合。

在全新的大教育背景下, 博物馆与学校为了优化人才的培养, 对博物馆先进的教育理念、丰富的教育资源和开放的教学空间进行充分利用, 通过相互配合开展教学活动以实现资源优势互补, 获得馆校双赢的教学合作关系。博物馆如何以馆校合作作为资源开发的方式, 探讨馆校互动关系中存在的各要素, 研究如何开发馆校合作课程, 帮助学生综合素质能力进一步提升, 已经成为一个具有现实意义、值得探究的问题。

1 馆校合作课程资源开发现状及问题

尽管博物馆界在教育方面进行了初步的

理论研究, 也形成一定数量的成果转化, 但大多数博物馆对于青少年课程的认识比较浅显, 探索与实践处于起步阶段, 课程开发的水平参差不齐。很多场馆由于缺乏必要研究、梳理与整合, 青少年教育仅仅停留在讲解、文化讲座、手工坊等以单次体验为主的活动层面, 这种常见的教育模式在类型上缺少创新性、突破性, 主题上缺乏连续性、系统性, 内容上缺少深入性、针对性, 远未达到真正意义上“课程”的概念^[1]。

早期对于场馆课程资源的开发与利用, 主要集中在学校教师带领学生进入场馆现场的实地参观。学校更倾向于利用春、秋游或课余时间由家长或教师带学生走进博物馆, 以课外活动的形式帮助学生开阔眼界, 获得知识。这种展厅参观式的课程虽将博物馆作为重要的学习资源, 也利用了一些博物馆的

收稿日期: 2020-05-12

* 作者简介: 金荣莹, 北京自然博物馆副研究馆员, 研究方向: 博物馆教育, E-mail: 545275919@qq.com。

特有资源,但开发的课程大多没有设计教学目标,学生多是走马观花地在展厅观看展览和标本,极少学校会由专业的老师带领讲解或设计学习单辅助学生学习展厅内容。

现有馆校合作课程资源开发的研究主要集中于基于课程标准的教育活动开发、以研学旅行活动课程资源的开发、深入挖掘馆藏资源基于展品的开发……这些研究为馆校合作课程资源开发奠定了基础。但在课程设计方面,有些课程重在动手制作,营造了看似热闹的氛围,可是学生对知识的掌握并没有达到预期的目标。有些课程是基于展品的,重在突出了参与感、动手操作以及看到现象时学生的兴奋感,却往往忽略了学生的可接受度与课标的对接情况,只是将一些相关的展品串联起来,这些内容未必都是学生需要的^[2]。教育活动在内容设置上缺乏系统性和学校课程衔接不够紧密,随意性大,没有充分考虑学校和学生需求^[3]。

在课程实施方面,学校老师的态度对课程效果起着很重要的作用,老师如果对课程的态度表现为不在意,学生就会以来游玩的心态学习,直接影响了课程有效性。场馆的辅导员老师也没有与学校老师建立有效的交流,往往学校老师到了场馆才知道课程主题,并在上课的过程中仅仅起到维持秩序的作用,并不关注课程内容^[2]。

教育活动水平不高,馆校结合不够深入。调研显示,各地科技博物馆所开展的基于展品教育活动多为导览和讲解,以灌输为主;偏重科学知识的传播,缺乏对科学方法和科学的情感、态度、价值观的培养;活动形式种类少、方式单调,辅助器材和新媒体运用明显不足;馆校结合项目未能结合不同年级的教学目标与内容进行有针对性的设计,学校和学生多将参观科技博物馆视为春(秋)游,走马观花看热闹^[4]。

饶加玺等从第四届科普场馆科学教育项目展评中选取13个案例进行展品利用度等维度分析,总结出国家课程标准对接、利用的数字化技术、展品利用度等维度对教育活动都有重要作用。

2 馆校合作课程资源开发策略

馆校合作本身就是一种资源的教学设计,核心产品是课程开发,是馆校合作中的首要任务。中国科协举办的科普场馆科学教育项目展评为课程开发提供交流的平台,笔者连续四届参加教育项目展评,通过参与项目展评、同行间学习交流,认识到学科课程标准的重要性,了解到脱离场馆展品的课程不具备鲜明的场馆特色,结合自身经验总结出馆校合作课程资源开发的具体策略。

2.1 参考科学大概念

科学大概念是对科学事实的归类、概况、抽象和总结,是编织学科知识体系的经线和纬线,贯穿宏观和微观,是学科教学的灵魂。科学大概念包含了某一学科的关键组成部分,为理解和研究更为复杂的概念和解决问题提供重要工具。关注科学大概念是当前教育的一大特点,也是教育自身发展的需要。

许多博物馆教育开始都是围绕着一些传统手工制作或经典科学小实验为原型延展出来的课程或活动,这种获取资源的随机性,使得博物馆课程大多是从零散开始积累的。随着科学教育项目的推动,馆校合作的深入,加速了博物馆课程的研发,亟待形成具有系统性的系列课程。但是大多数馆校合作课程都是通过补漏洞式的设计去找学校课本中的知识点,学生掌握的只是一些知识碎片,许多课程的知识点只能独立存在,同一个主题课程间不能很好联系与衔接,不利于课程体系的建构^[5]。博物馆教育专员要运用科学大概念整合学科知识,设计课程时需要考虑学科

间的联系,帮助学生构建学科间的知识体系,亦可对单一学科内容展开学习。利用所形成的体系可以检查在一个课程框架中哪些知识方面有所欠缺,进而补充完整知识体系。

2.2 选题依据国家课程标准

国家课程标准简称课标,规定了各学科的课程性质、课程目标、内容目标、实施建议,为学科教学的实施与评价提供基本依据。课标是教育实施者在学科教学设计和实施中的唯一标准,指课程本身要实现的具体要求,是期望一定阶段的学生在发展学科能力等方面所达到的程度^[6]。

博物馆的教学内容应贴合课标,精准把握课标的教育教学目标,达成作为学校教育的延伸和扩展。同一科学概念从低年级到高年级理解跨度很大,不能采用“大锅饭”式的课程设计来实施,其直接影响就是认知程度与操作难度的不对等:高年级学生对过于简单的知识和操作不屑一顾,低年级的学生因无法理解知识或难以操作产生挫败感而消磨其学习积极性与兴趣^[5]。因此教学设计上要有侧重点,要贴合课标,根据学生年龄层次有所分化设计。

2.3 教学资源依托展览展示品

博物馆的教育活动以展览展示品为中心,围绕和配合展览展示品开展一系列延伸教育和拓展服务。每一家博物馆都收藏和陈列着大量的代表自然和人类文化遗产的实物,有些藏品更是独一无二的。这些实物展品具有很强的教育性、科学性、直观性。研究并确定使用博物馆资源,找到与教学内容相契合的展览展示品,基于展品、围绕展览,以实物的形式在具体情境中开展探究式学习,学生获得的是直接经验,这是学校基于教材的讲授式教学所缺乏的。

虽然博物馆展品类型众多,但要想让学生能够发挥自己的主观能动性,进行深入探

究,就要求博物馆教育专员开展基于展览展示品的探究式辅导。自然博物馆的展览和展品间联系紧密,主线为生物的演化历程,科学线清晰且呈系统性,适合串联式学习一个主题的多个知识点。展品主要是标本、化石,这些实物在揭示物种演化、生物分类、生物多样性、环境保护等方面都具有重要参考价值,这些内容与学校科学、地理、生物等课程内容部分相关,知识体系部分衔接,所以在设计开发馆校合作课程时理应依托丰富的场馆资源。

2.4 教学过程教师协同发挥作用

博物馆与学校共同基于科学大概念、学科课程标准,在各自层面加深对课程的理解深度和讲授广度,帮助学生构建知识体系,使馆校合作课程和学校日常课程协调发展,无缝衔接,这需要博物馆和学校共同发挥作用。博物馆教育专员在课程内容设计之前,应对学校的相关学科进行调研,了解学校教学是如何开展的,学生掌握了哪些知识,利用可以延伸和拓展的知识点进行课程设计。学校可以安排特定人员,负责定期和博物馆沟通联络,告知教学进度,收集博物馆教学资源,表达需求,建立起常态化的联系。

在现有的馆校合作活动中,存在着博物馆替学校上课的现象,学校老师乐于将学生托付给博物馆,把学科课标范围内的内容交给博物馆教育专员来讲授,既取得了表面的教育多样性,又省去了教学的劳累。有些学校教师甚至不进入教室旁听或不陪同学生进入展厅学习,对博物馆教学内容更是一无所知,这些不利于学校参观后开展校内继续教育,而且学生因感知到教师态度的不重视进而学习态度也会很随意,这种现象是与馆校合作精神相违背的,也违背了开展馆校合作教育活动的初衷。博物馆和学校应分别扮演好各自的角色,博物馆教育专员作为主讲教

师授课时,学校教师要善于协调多方力量,可以课前了解相关教学内容进行备课,对学生的 学习过程有整体调控,做好助教工作,辅助维持教学秩序,观察评价学生的课堂表现,记录相关课程教学内容,为参观后的校内课程及活动做铺垫。

2.5 专家专业引领

北京自然博物馆拥有一支由 20 多位自然科学领域的顶级专家组成的专业队伍,科研成果显著。专家虽然对学生的了解不如教育专员,但是在学科专业知识方面,博物馆专家比教育专员更加专业。教育专员可以根据开发的课程内容有的放矢,请教相关领域的专家在课程知识层面给予专业的指导,这也有利于最新的科研成果转化为大众接受的科普知识。

此外,展厅参观环节也要由专业的讲解老师指导,可以邀请博物馆优秀讲解员参与其中。他们对博物馆内布展情况、内部设施、相应科学知识情况非常熟悉,对基础学科的知识均有所掌握,知识覆盖面广,可为学生进行讲解并做探究指导,指引学生倾听、交流、观察等多方面参与到学习中。最后还要对学生在展厅学习的表现给予评价及反馈。对于讲解老师反馈的学生在展厅学习中出现的问题或疑点,可以在课堂教学中进行反复强调和总结,如在古爬行动物展厅讲解时最多出现的问题是误认为鱼龙和翼龙属于恐龙,对于恐龙概念可以在课堂教学中着重讲授,并配合动手活动制作恐龙腰带骨模型,进一步了解恐龙分类学知识,既能激发学生学习兴趣,还可以对展厅知识进行巩固。

2.6 灵活运用新型多媒体技术

数字化的普及不仅丰富了馆校合作的 活动形式,更拓展了活动空间。各类场馆纷纷通过现代化手段将展品的实物制式转变成数字化的虚拟制式,极大丰富了学生的感官体

验。但传统的多媒体课件如幻灯片等,呈现形式比较单一,一般为二维展示,无法对一些抽象的三维结构予以整体的展现,而且一般的多媒体课件多用于教师的课堂教学的单方演示,缺乏交互性和可控性,学生只是被动地接收信息。

北京自然博物馆开发了一套三维虚拟互动课件。课件是将博物馆珍贵的藏品进行三维扫描,制作三维模型,借助 ZSPACE 三维教学系统对模拟软件的操作,可使学生身临其境地全方位观察标本,进行各物种体型、骨骼间的横向、纵向对比学习,甚至可以对各部位进行拆分和重组。这套三维虚拟互动教学科普课程主题涉及昆虫、古人类、植物、古爬行动物、象的演化、马的演化、鱼类、微生物。如在介绍昆虫时,可以利用三维课件对蜜蜂、蝴蝶、蝗虫等常见昆虫进行虚拟解剖,避免有些学生不敢触碰昆虫无法操作,还可以纵向对比各种昆虫的触角或足等特点,羽状触角和棒状触角分别属于谁,捕捉足和携粉足各有什么作用,从而引出昆虫分类学相关知识。这就弥补了标本进行教学时标本太小、不够清晰或怕学生损坏等诸多缺点。同时可以配合 FLASH 动画和昆虫教具箱,通过对昆虫模型进行拆解,进一步巩固所学知识。对于比较沉重或比较珍贵的馆藏而言,无须外借标本也可以对其进行研究和教学,教师开展教学更加得心应手,无后顾之忧。

2.7 开展探究式学习

博物馆的课程是倡导以探究式学习为主的多样化学习方式。探究式学习是指在教师的指导、组织和支持下,让学生主动参与、动手动脑、积极体验,经历科学探究的过程,以获取科学知识、领悟科学思想、学习科学方法为目的的学习方式^[7]。促进学生主动探究,注重利用问题进行引导,突出创设学习环境,实践过程中注重动手动脑,为学生提

供更多自主选择的学习空间和充分的探究式学习机会。强调“做中学”和“学中思”，通过合作与探究，逐步培养学生提出科学问题的能力、收集和处理信息的能力、获取新知识的能力、分析问题和解决问题的能力，以及交流与合作的能力等。

学校教育大部分是基于教材的授受式、灌输式的教学。教学形式以课堂为主，给学生的基本是间接经验。因此，博物馆应成为学校教育的有力补充，借助馆内的资源，进行基于实物的体验式学习和基于实践的探究式学习，学生获得直接经验，在体验和探究的过程中接受科学精神、科学方法的熏陶。

科学探究能力只有学生主动参与探究活动中才能培养和提高。在探究式教学中，针对特定的现象，用观察、调查、比较、分类、提问、设计实施方案、分析资料、得出结论等，培养学生的思维能力，增进对科学探究的理解并提高实践能力。具体到实施就是在课程设计时依据学生已有的知识和生活经验创设适合的问题情境，每个课题都设置问题探讨，穿插实验与观察、思考与讨论、交流与总结等环节。学生在探究过程中获取学科知识，领悟探究的基本思路和方法，搭建探究式学习平台。探究式学习无疑是在博物馆课程实践中最适合学生的学习方式。

2.8 注重参观前中后三阶段的学习

博物馆课程学习通常分为三个阶段，即参观的前、中、后，馆校合作课程理应一体化地规划与实施。

首先，在参观前要先确立研究问题。学生在进入博物馆前进行相关课程的充分准备，如预设问题，在进入博物馆学习中就能够更积极地有目标地参与到学习活动中去。预习学习单的学习内容，查阅相关博物馆网站等学习资源，鼓励学生提出问题，带着相应的问题进行后续探究式学习。教师这个时候应

该引导学生对提出的问题进行筛选、修改，针对某些不科学、无法研究或没有研究价值的问题进行修改。要尽量尊重学生的兴趣爱好，只有这些问题是学生真正喜欢的、感兴趣的，学生才能以极大的热情对待接下来的学习，保证学习的自主性。

其次，参观中学生可以带着预先准备的问题，按照学习单顺序展开探究，进行相关证据的收集并对问题做出解释。有了博物馆广泛的资源，学生可灵活采用多种方式解决问题。例如学生可以听讲解老师讲解，从讲解词中获取有用信息；可以观察相关标本，仔细观察其身体结构对比得出结论；可以做辅助实验，观察讨论现象得出结论；还可以和专家沟通交流获取知识等，通过各种各样的方式和途径来解决预设问题。通过学习单等学习辅助资料的引入，引导学生更加专注地开展深入系统的学习，比普通参观学习更能形成完整的认知体系，同时还可避免观而不学的现象。

最后，参观后通过在博物馆的实地研究、体验，学生可以采用各种各样的学习方式解决预设问题。博物馆教育专员要组织学生针对学习成果进行总结交流，分享学习经验体会，及时加深对博物馆课程内容的理解，生成更深层次的问题，留待以后再深入学习探讨。还要对课程整体进行评估，评估是完整的课程很重要的一个环节，课程评估有利于发现问题，解决问题，完善课程，评估可以运用柯氏四级评估模式。回到学校后，教师通过课程总结，适当引入知识竞赛、制作手抄报、学习心得交流会等学习活动形式，展示强化博物馆学习的成果。

3 馆校合作课程资源开发策略的应用（以课程“人之由来”为例）

科普场馆基于对接课标及依托展品开发

的课程有较多应用，如山东科技馆馆校结合STEM主题活动“云霄飞车”是基于科学大概念开发的，并将主题中涉及的学习内容与初中物理的课标相对应，找出其中相关联之处。上海自然博物馆探索展览资源与课程标准对接的方法开发“生态万象”活动，对照上海初中“生命科学”课程标准，梳理出与生态系统相关的部分内容。

北京自然博物馆基于以上策略，针对馆校合作开展教学活动并开发的系列课程包括植物主题、古生物主题、人体主题等，通过与校内课程无缝衔接，帮助学生多角度、多形式开展学习活动，完成知识构建，广受来馆学生及教师的好评。

下文以古生物主题课程“人之由来”为例进行说明。

3.1 设计背景分析

学校针对古生物相关内容的教学资源有限，往往只能依靠图片等传统手段组织教学活动，而学生对于人类的起源内容，学习兴趣和探索欲望很大，但是由于缺乏直接经验的获得，相关内容离实际生活有距离，不利于学生对相关内容的理解和掌握。而且学生到场馆参观缺乏目的性，收获有限，不能有效地利用场馆提供的相关资源，需要博物馆课程引导学生进行学习活动。如人的演化历程相关知识点，在博物馆的展览展示中，可以直观、生动地展示出来，并且知识点较具体，知识体系较系统，有利于学生配合学习单更直观地运用观察、比较、类比等方法进行探究式学习，对知识体系的构建起到积极的促进作用。

3.2 教材分析

生物学七年级下册（人教版）第四单元“生物圈中的人”第一章“人的由来”第一节“人的起源和发展”中的内容，包括现代人和类人猿拥有共同的祖先，人类从猿到人的进

化，“露西”和石器化石的介绍。知识的重点及难点在于概述人类的起源和发展；了解化石等对研究人类起源的重要性；认同现代人类是在与自然环境的长期斗争中进化来的观点。

3.3 博物馆资源分析

“人之由来”展厅是博物馆四大基本陈列之一，展览开始设置“我们是谁？”“我们从哪里来？”两个问题发人深思，按照时间和演化顺序，借助展览、标本、多媒体、景观复原等手段对人类演化历程进行了详细的阐述和说明。展厅相对空旷和安静，适合于组织学生开展活动。

3.4 策略分析

课程参考“地球的构造和它的大气圈以及在其中发生的过程，影响着地球表面的状况和气候”这一科学大概念，涉及生物、科学、地理课程相关内容，涉及的概念及知识有地壳、地幔、地核等地理课程；大气圈、生物圈等生物课程；地球气候等科学课程。大概念中还涉及地震、岩浆、岩石、矿物、大气层、臭氧、风化、光合作用等延伸概念及知识。“人之由来”涉及生物圈相关生物学内容，设计课程时可围绕生物圈中的人进行扩展和延伸。

《义务教育生物学课程标准（2011年版）》在“课程内容”部分“生物的生殖、发育与遗传”主题中提出以下要求（见表1）。

表 1 人是生物圈中的一员^[6]

具体内容	活动建议
概述人类的起源和进化	有条件的地方可以参观自然博物馆、历史博物馆

课程属于课程标准十大一级主题之一——生物圈中的人的相关内容。“人之由来”设计内容时达成以下课标要求：说明人类起源于森林古猿，人类是在自身遗传特性与自然环境变化相互作用的过程中逐渐进化而来的；说明人类在起源和进化过程中，逐

渐直立行走，能够制造和使用工具，大脑越来越发达，并在群体生活中产生了语言等。

“人之由来”课程于博物馆展厅中的资源应用见表 2^[9]。

表 2 自然博物馆展厅内容涵盖教材中资料的内容

生物学教材中的内容	自然博物馆的资源	资源类型	展厅拓展的资源
达尔文的进化论猛烈地冲击了人是神创造的观点	人对自身起源的探索（神创论和科学探索的历程）	A	人是一种动物—脊椎动物—哺乳动物
现代类人猿和人类的共同祖先是森林古猿	灵长类动物寄演化树	A	人、类人猿、猴的 DNA 差异图谱
观察与思考：四种类人猿现在的分布和生活方式	四种类人猿的介绍（分布、生活习性、特点）	A、B	
观察与思考：类人猿在形态结构上和人有哪些相似之处和区别呢	四种类人猿及现代人的骨骼	B	人、类人猿、猴等灵长类动物的形态结构相似性和差异性
森林古猿生活场景想象图	人类祖先生活场景复原	C	
现代类人猿不能真正直立行走，手不如人类灵巧，大脑和智力远逊于人类	猩猩与人的骨架比较；手脚分工图；直立行走骨骼、肌肉的结构和形态变化图；前额骨的差异比较；颈部肌肉、骨骼结构变化图	A、B	吻部和牙齿的结构变化
古人类学发现了许多早期古人类化石	各时期的头骨、足骨、手骨、下颌骨及脚印化石	A、B	
“露西”少女的髌骨比较宽阔、上肢骨和下肢骨在形态上已经发生了变化，下肢骨更粗壮，有利于直立行走	“露西”的骨架复原模型及说明，其他同时期的骨骼化石	A、B、D	化石 Ardi 的科学价值
森林古猿由于环境的改变和自身形态结构的变化，一代一代地向直立行走的方向发展，前肢则解放出来，能够使用树枝、石块等	南猿脚印化石的生活场景复原	C	古人类学的科学研究方法、技术和过程
古人类制造的工具越来越复杂，能够用火，大脑越来越发达，在群体生活中产生了语言	最早的工具制造者——能人的文化场景和石器；智人的人工取火、磨制钻孔技术、缝制衣服及各类雕刻艺术作品、符号的出现以及各类装饰品	A、B、C	
距今 175 万年前的古人——“东非人”及其遗物	旧石器时代的各类石器及其制造过程	A、B	科学家的科学研究过程
—	—	A、B、C、E	人类的演化过程是渐进的，有相应的证据来证明

注：A. 展板（文字 + 图片）；B. 标本、模型等实物；C. 场景复原；D. 增强现实（AR）技术；E. 视频。

在开发“人之由来”课程前，进行入校调研活动，了解学校教学进展及学生对人类的起源、个体人的由来等前概念的理解和掌握程度，因展厅中的信息含量显著超过了课本的范畴，所以选取教学内容要在课本内容基础上进行扩展和延伸。如生物课本中提到的“露西”，展厅中可以借助对复制模型实物的观察，直观地与其他实物进行比较，有助于学习理解生物教材中提到的“露西的胯骨较宽阔，上肢骨和下肢骨在形态上已经发

生了变化，下肢骨更粗壮”等内容。

“人之由来”课程利用三维虚拟互动教学科普课程中的古人类主题内容，借助 ZSPACE 三维教学系统操作，可对人类演化的五个阶段进行头骨、躯干等骨骼的直观对比，配套的 FLASH 动画复原了生活场景（采集、狩猎、使用工具、穿衣、殡葬等活动）及其演化过程，有助于系统、动态地理解人类的演化过程，理解人类演化不同阶段之间的关系以及产生的原因。教具箱中动手活动

可以利用沙土测定各个时期人类的脑容量，对比头骨的变化并总结规律，进一步加深对于人类演化的理解。

开展“人之由来”课程前需与学校沟通，了解学生教学进展，告知参观安全须知，布置行前任务等，学生可自设预设问题。到馆后根据学生想要探究的问题进行分组学习，借助学习单，鼓励学生自主进行探究式学习，通过一系列的问题导入，如什么原因导致我们和类人猿分道扬镳？学生运用比较的方法找出人与猿的异同点，明确人类是在与自然环境长期竞争中进化出来的，人类的演化同样适用于达尔文的物竞天择，适者生存

理论。在学习过程中，学生解决预设问题，或产生更深层次问题，总结交流学习心得，为校内后续学习做铺垫。

通过馆校合作课程资源开发，把场馆内丰富的展项和教育活动资源作为对现有教育系统的有益补充，满足了学生校外教育的需求。基于大概念、课程标准和博物馆资源的教育课程开发，能有效地增强博物馆教育与学校教育之间的衔接，促进各学科的融合，对全面加强青少年的科学教育、传播与普及，激发青少年的科学兴趣，促进其对于科学相关的知识、技能和方法的掌握，培养其科学素质有着重要作用。

参考文献

- [1] 郝轶超. 加强馆校合作与互动，提升青少年综合素质——试论博物馆青少年课程开发 [J]. 中国校外教育上旬刊, 2017(7): 1.
- [2] 王艳丽. 对馆校合作现状和应对方法的探讨 [J]. 文化创新比较研究, 2020(6): 154-155.
- [3] 张若婷. 馆校合作实践中的经验探索与启示——以青海科技馆为例 [J]. 科普研究, 2015(5): 97.
- [4] 龙金晶, 陈婵君, 朱幼文. 科技博物馆基于展品的教育活动现状、定位与发展方向 [J]. 自然科学博物馆研究, 2017(2): 7.
- [5] 张祖兴. 基于核心科学概念的科技馆展览教育之思考 [J]. 自然科学博物馆研究, 2018(4): 11-20.
- [6] 吴玉平, 张伟平. 国外中小学课程目标平衡性研究 [J]. 现代教育论丛, 2014(3): 78-82.
- [7] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育小学科学课程标准 [S]. 2017: 3-4.
- [8] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育生物学课程标准 [S]. 2011: 19.
- [9] 金森, 金荣莹. 自然博物馆教育资源应用于生物学科教学一例 [J]. 生物学教学, 2019(4): 64-66.

(编辑 袁 博)

(University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049) ¹

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081) ²

Abstract: Mao Yisheng's thought on "Professional Science" is a continuation of his thought on engineering education and idea of popular science, and it is influenced by Engels' Dialectics of Nature, "On Practice", and the scientific development concept of China. "Professional Science" emphasizes theorization on a professional basis and expounds the in-depth relationship between on-site technological creation and scientific creation. It is the close integration of scientists' professional thinking and scientific development practice in China. Various parts of "Professional Science", such as the relationship between science research and production, the relationship between science research and science popularization, and the path of science development, are of inspiring value to understand the problems of science development in the new era.

Keywords: Mao Yisheng; professional science; science popularization; technological revolution

CLC Numbers: N4; G315 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.l673-8357.2021.03.009

Construction of Diversified Collaborative Science Popularization Investment System

Li Juanjuan¹ Gao Hongbin²

(Capital Normal University, College of Political Science and Law, Beijing 100089) ¹

(China Research Institute for Science Popularization, Beijing 100081) ²

Abstract: From the perspective of government and society, this paper analyzes the problems faced by the current government led science popularization investment structure. The problems the government faces are: (1)the imbalance investment between the central government and the local government on science popularization leads to great pressure on local finance; (2)the imbalance development among regions leads to the regional imbalance of science popularization investment; and (3)the investment is relatively scattered. The problem the society faces is the insufficient participation of enterprises, social organizations, scientific researchers and the public. The current situation of China's social development as well as the long-term nature of science popularization and its characteristics of public welfare, provides feasibility of constructing a diversified and collaborative science popularization investment system. On this basis, considering the characteristics of each subject, this paper proposes a possible path to build a diversified collaborative science popularization investment system.

Keywords: diversified collaboration; science popularization investment; government investment; social investment

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.l673-8357.2021.03.010

Research on the Development Strategy of Museum-School Cooperative Curriculum Resources

Jin Rongying

(Beijing Museum of Natural History, Beijing 100050)

Abstract: By summarizing the current situation and problems in the development of museum-school cooperation curriculum resources, combining with the resources and practice of the Beijing Museum of Natural History, this paper probes into the development strategies of the museum-school cooperation resources: making reference to the concept of science, selecting topics according to the national curriculum standards, relying on exhibits for teaching resources, cooperating the role of teachers in the teaching process, leading by experts, flexibly using the new multimedia technology, developing the Project-based learning, paying attention to the study of the pre-middle and post-middle stages, etc. The strategies developed with the resources above are applied to practical courses and activities.

Keywords: science education; science popularization; curriculum resources development

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.l673-8357.2021.03.011

The Impact of Residents' Climate Change Cognition and Environmental Efficacy Perception on Their Carbon Emission Reduction Behaviors

Wang Xiaohong Hu Shilei

(School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

Abstract: It is not clear whether residents' cognition of climate change can effectively motivate them to carry out carbon emission reduction. Previous studies only focus on the impact of residents' climate change cognition on single carbon emission reduction behavior and ignore the impact of environmental efficacy perception on this behavior. Different from that, using the data of CGSS 2010, this paper empirically analyzes the impact of both residents' climate change cognition and environmental efficacy perception on different carbon emission reduction behaviors. The results show that residents' cognition of the causes of climate change has a significant positive impact on three carbon emission reduction behaviors (waste classification, driving reduction and energy saving), while residents' cognition of the hazards of climate change and environmental efficacy perception respectively have a significant positive impact on two carbon emission reduction behaviors (driving reduction and energy saving). Compared with the impact on waste classification, residents' cognition of the causes and hazards of climate change, and environmental efficacy perception have a greater impact on driving reduction and energy saving. Environmental efficacy perception is an important variable that influencing residents' carbon emission reduction behavior, and the impacts of residents' climate change cognition and environmental efficacy perception on carbon emission reduction behavior are heterogeneous.

Keywords: climate change; cause cognition; hazard cognition; environmental efficacy perception; carbon emission reduction

CLC Numbers: X24 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.l673-8357.2021.03.012