普及科学方法视角下的科普展览实践与思考浅析

金小波，陈少虞
（中国科学技术馆，北京 100101）

摘　要：全民科学素质事关科技创新生态涵养，科学普及是全民科学素质提升的重要途径和抓手，科学方法的传播是科普理念及目标的重要内容。随着社会发展，对科学知识的学习了解已成为公民的基本需求，面对新变化，公民掌握基本科学方法且能够应用其分析判断事物和解决实际问题，以更从容面对新问题。展览是科普服务公众最直接的桥梁，承担着普及科学知识、科学精神、科学思想和科学方法的重要使命。在科普工作从以知识普及为中心向助力人的更全面发展转变的背景下，笔者从普及科学方法的视角出发，分析科学方法与科学普及工作的关系，结合实际展览案例，分析其实践路径，并提出更好传播和表达科学方法的建议。

关键词：科学普及，科学方法，科普展览，科学教育

科学的发现和科技的创新发展为人类社会进步提供了强大的推力，是社会进步的“加速器”。2016年5月，习近平总书记在“科技三会”上指出，“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”。随着社会的快速发展，科学普及服务国家和人民的责任使命更显艰巨，发挥的作用成效更显重要。立足新发展阶段，面对新要求，虽然围绕传播科学知识为主的科学普及工作是推动人类进步的重要内容和应有之义，但是仅有此是不够的。随着人们生活水平的逐渐提高，公众通过科普获取的内容开始转变，由单纯的知识层面朝着更高阶丰富的精神价值层面发展。我国科学普及目标、内容、内涵也随之发展而逐渐丰富，从开始以单一普及科学知识为主，不断拓展为普及科学方法、思想，再到强调“四科”以及“两能力”的培养，科学方法的普及成为科普事业可持续发展不可或缺的一项重要评价内容，贯穿整个科普内容服务公众的全过程。

伯纳姆在《科学是怎样败给迷信的》一书中提到“科学的精髓是其方法……强调方法是对科学普及的一个巨大帮助，因为它能使公众不必去执行困难的数学运算和记住多得可怕的大量事实，而无可争辩地掌握真正的科学”[1]。众多学者、科普工作者从科普工作的定位和发展出发，建议要从单一普及科学知识到普及知识与方法并举，倡导根据时代发展，随着科学知识普及范围扩大，应将科普重心放在普及科学方法、科学思想和科学精神上，并真正在实际操作过程中能够落到实处。科学方法作为科学本质的重要内容，在科学普及工作实施过程中，传播科学方法是提升公众科学素质，助力人的全面发展的重要途径。

1. 科学方法的定义

科学方法早在古希腊时期就已萌芽，古希腊著名思想家亚里士多德逻辑方法论中就提到了现在我们常提常用的归纳法、演绎法等。马克思主

作者简介：金小波，男，中国科学技术馆，工程师，研究方向为科学传播及展览设计。
陈少虞，男，中国科学技术馆，研究实习员，研究方向为科学传播及宣传策划。

义认识论认为，科学方法是从感性认识向理性认识转化和过渡的中介和桥梁[2]。美国教育家杜威认为科学家在解决问题时使用的方法就是科学方法，科学方法是一种手段也是目的[3]。《辞海》中对科学方法的说明是指人们获得科学认识所采用的规则和手段系统，是科学发展的一个重要的内在因素[4]。邢红军认为，科学方法是人们在认识和改造客观世界的实践活动中总结出来的正确的思维方式和行为方式，是人们认识和改造自然的有效工具[5]。葛宇春等认为，科学方法就是人们在认识客观事物的过程中产生的思维方式和行为模式，是获取科学知识的手段途径与工具[6]。

综上，关于科学方法的定义，国内外学者有着基本的共识：科学方法可以理解为是人们认识、理解客观世界及改变、创造事物的有效途径和重要手段，是人的思维方式和行为表现的总和。《科学方法实践》一书从哲学思维层面思考论述科学方法的实践及理论，书中进一步直观地表达了科学方法的地位和作用，科学方法是科学专业和技术的前端[7]。

2. 科学方法与科学普及

2.1 普及科学方法是科普工作的重要内容

科学普及（后文简称科普）在西方发达国家发展较早，各国政府对科普的重视也逐渐加强，通过制定相应的政策进一步促进科普的发展。西方国家科普工作的主要目标是让公众理解科学技术，让公众具备参与决策过程所需的参与能力。而掌握这种参与决策的能力显然离不开学习、理解、掌握科学技术中蕴藏的科学方法。以美国为例，为更大限度推进科普工作，通过制定政策、拓展理念等将科普与正式教育进行衔接，培养创新思维和科学探究的能力。我国的科普事业起步相对较晚，刘新芳博士从时间维度对我国科普事业的发展历程作了阐述[8]，基于此，笔者对我国科普事业各阶段科普内容进行了提炼总结，如表1。

表1可知，我国的科普内容逐渐丰富，从单一普及科学知识为主，到不断拓展为普及科学方法、思想，强调“四科”的科普内容，以及“两能力”的培养。科学方法是创新思维形成及科学探究过程中思维和行为产生效果的重要手段，已成为科普事业向前发展不可或缺的一项重要评价内容。

表1　我国各阶段主要科普内容

时间（年）	科普事业发展阶段	主要科普内容
1949—1976	开创与探索阶段	以普及基本科学技术知识为主
1977—1994	恢复与发展阶段	拓展为普及科学知识和科学思想
1995—2001	反思探索阶段	拓展为普及科学知识、科学精神、科学思想和科学方法
2002至今	创新发展阶段	强调普及科学精神、科学思想、科学方法、科学知识的同时，强调对人们运用科学处理实际事务的能力和参与公共事务的能力的培养

科学文化素质是公民素质的重要组成部分，体现了国家或地区的软实力。公民具备科学文化素质的高低关系到培养高素质科技创新大军的土壤肥沃度。《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》明确提出“科学素质是国民素质的重要组成部分，是社会文明进步的基础。公民具备科学素质是指崇尚科学精神，树立科学思想，掌握基本科学方法，了解必要科技知识，并具有应用其分析判断事物和解决实际问题的能力”。可见，无论是从国家发展和顶层设计的角度，还是着眼科普传达的理念、科普本身的工作内容，科学方法的普及越来越成为科普工作不可分割的一部分。

2.2 普及科学方法的必要性

创新驱动发展战略正在深入实施，科技创新是科技高水平自立自强的法宝，是占领世界科技制高点的关键一招，而科学方法的应用是科技创新的重要手段。科普工作加强科学方法普及是时代发展趋势和人们面对未来的需要，科学方法的掌握和应用能够促进提升人们思考问题和解决问题的能力。

十八大以来，我国公民科学素质水平大幅提升，为更好适应科技创新发展夯实基础。据统计，2020年具备科学素质的比例达到10.56%[1]。公民科学素质的提升一定程度上反映出公民在科技知识方面具备了一定的基础。现如今，公民获取知识的渠道愈发多样化，很方便就能获取更多的知识，但是却鲜有能够直接学习了解更高层次的科学方法的渠道，科学方法对于培养公众的思维方式和行为方式大有裨益，是有效提升公民参与公共事务、处理实际问题能力的关键因素。曾有学者对作为传播者的科学家群体开展了问卷调查，问卷中设置“通过参与向青少年进行科学传播的活动，您认为在与科学素质相关的下述哪些方面使青少年受益最大”问题，对于此问题的选项中“应用和掌握科学方法及相关技能”的选择率最高，占比60.9%[9]。科学家是科研工作的亲历者和权威代表，对科学方法的使用和作用有切身体会，通过科学家视角也让我们意识到科学方法是科普工作重要内容且需要加强普及这一事实，无疑是必要的。

2.3 展览作为科普工作的重要资源是普及科学方法的重要抓手

科技馆是服务提升全民科学素质的主阵地，是科普工作的主战场。展览是开展科普工作的重要资源，具有普及科学知识、弘扬科学精神、传播科学方法和思想的重要功能，是与公众进行直接交流的科普语言。以欧美国家为代表的国外科技馆（一般称科学中心）发展较早，以探索馆为例，从建馆之初就注重通过展览培养和激发公众兴趣，在实践中学习获取直接经验，其中就包括对科学方法知识、内涵和应用的了解和掌握。传播科学方法是科技馆的目标要求之一。探索馆创始人弗兰克·奥本海默就曾表示，科技馆所准备的展品和内容，正像他们筹办的目的一样，他们传递给人们科学知识的基本方法，就是让人们通过使用这些展品和内容进行学习[10]。我国科技馆事业从20世纪80年代初起步，并逐渐进入建设和发展的快车道。尤其，随着现代科技馆体系的建设及带动辐射作用，通过科技馆非正式教育向公众普及科学知识已经取得了显著成效，但是在具体实施过程中，还是存在重普及知识而轻科学方法的情况，在展览展示中体现科学方法、思想的内容与实际需要存在差距，距离真正践行传播科学方法和思想的科普理念还有很长的路需要走。

科学方法从教育角度谈论或思考较多，鲜有站在展览设计者的立场去考虑科学方法的传播。一般是结合展览教育活动开展，在实施过程中人的主观性较强，依赖于发挥人的主体作用。在教育活动中，科学方法更像是作为一个知识点，需要借助人这一“中介”，通过引导而教授给观众，此类以传授科学方法为目的的教育活动一般是系统性教育活动，由阶段性活动组成，循序渐进地引导观众理解。而在科技馆教育中，展览作为科技馆教育的重要载体，展览设计是让载体能够真正起到向公众普及科学知识、精神、方法、思想的关键前端，将直接影响科普理念和目标实现成效，内在要求从科学方法传播教育的角度思考展览设计工作，从而更好地践行科普理念。

3. 普及科学方法视角下的展览实践路径

《中华人民共和国科学技术普及法》中提到“倡导科学方法、传播科学思想”“开展科学技术普及，应当采取公众易于理解、接受、参与的

[1] 数据来源：《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》（国发〔2021〕9号）。

方式。”科学方法与科学思维是相互联系、相互作用的，方法是思维的具体表现，思维需要方法的涵养。虽然科技馆把普及科学知识、精神、方法与思想作为展览设计的重要内容，以期通过展览揭示相关内容的思想内涵等，但是在具体实现过程中几乎还只是通过展览展品传递科学知识，方法、思想等内容少见或者说“隐身”了。朱幼文研究员文章中归纳的业界对国内众多科技博物馆展览设计的问题或建议中，就提到“局限于知识传播，缺乏思想文化内涵”“有科学知识，缺科学文化[1]”[11-12]。展览是开展科学普及的关键载体，作为展览设计人员，应该思考在研发展览过程中，如何融入、体现科学方法进而向观众提供一场易于理解、接受的展览。本文从三方面展开分析。

3.1 注重人的思维转变

作为展览呈现要素之一，“人”的作用是第一位的。近年来，博物馆“以物为中心”的理念逐步转向“以人为中心”，“收藏、研究、展陈”的目的和功能转变为“教育（含展陈）、研究、收藏”[11]。此处“以人为中心”的“人”指的是观众，“教育”的对象也是观众，即强调从展览受众的角度出发。注重“人”的思维转变，主要强调展览设计人员的思维转变，作为科普工作者，展览设计人员本身要懂得科学方法，在此基础上才能更好地普及科学知识、传播科学方法。作为一个展览的“生产者”，展览设计人员要从思维的制高点，从内心深处意识到展览传递科学方法的重要作用、意义以及必要性。此外，展览设计人员要“带头”应用科学方法开展展览设计工作，率先从展览设计者角度连通普及科学方法的思维和行为因素。

2021年4月，中国科技馆历时三年精心打造的“同构能源格局”展厅（以下简称“能源”展）面向公众开放，展览聚焦能源领域，通过互动的体验方式，深入浅出地向公众展示能源基础知识、新能源发电技术，“华龙一号”等能源领域“大国重器”，让公众认识能源与人类社会和生态环境的关系，了解能源生产和利用的科技创新成果。工作团队在展览设计伊始，就注重使用对比法等科学方法开展工作，作为普及科学方法的实践者理应锻炼并逐步具备这方面的素养。在展览调研阶段，工作团队聚焦能源主题，侧重于从科学内容和科学普及两方面开展调研。科学内容方面，一是从国内国际能源政策、能源发展情况、科技发展及应用等入手，二是聚焦能源靶心，对不同类型的能源利用、科学原理、技术应用等进行研究，能源方面的指标和数据非常之多且详实，为应用比较法等科学方法提供了根本基础。科学普及方面，从国内外对能源科普的现状出发，通过对比分析，扬长避短，查找所存在的问题与不足，从而在新“能源”展中加以弥补。在科学方法的“加持”下，展览主题的凝练过程有理有据，展览的中心思想得以明确表达，展览的目标和设计原则进一步明确，包括建立系统概念的设计原则，并得到专家的认可。

此阶段运用对比等科学方法，更多侧重于思维应用，可能不那么具象，却是一种潜移默化的思维潜力，对于展览设计人员而言，培养这种思维习惯，能够尽可能避免落入“以其昏昏，使人昭昭”的思维窠臼，对于开展展览设计工作、推动展览研发，甚至于其他方面的工作大有裨益。

3.2 将科学方法可视化

科学方法与科学知识不同，它所涉及的不是物质世界本身，而是人类认识物质世界的途径与方式，是高度抽象的[5]。在以普及科学知识为主的背景下，科学方法往往被隐藏在展览中，需要观众去挖掘、联想、感悟，但是这样的普及达到的效果杯水车薪，无法满足新形势下公众对于提升参与公共事务、解决实际问题能力的要求。公众

[1] 此处“科学文化”包括科学精神、科学思想、科技与社会的关系和科学的认识论、方法论、价值观。

对知识的获取不应该仅停留在被动式接受层面，而应该发挥公众主动式学习的能力。

科技馆展出的大部分展品，是人类认识自然、科学发现、技术发明的对象、成果或工具。这些展品及其呈现的现象，包含着以下三层次信息：展品本身所蕴含的科学技术现象和原理的信息；科学家们对其进行科学探究的信息，包括探究过程中所体现的科学方法、科学精神、科学思想等；该科学发现、技术发明的历史背景及其科技与社会、人与自然关系的信息[11]。作为展览设计人员需要思考的是如何将科学方法的内容显化处理，而不只是期待观众被动式地去感悟。

对比法，又叫对比分析法，是将客观事物加以比较，从而达到认识事物的本质和规律，是科学探究活动中常用的一种科学方法。展览中将对比的科学方法进行显化处理，呈现给观众“看得见”的科学方法，让观众通过展览做科学方法传播的主动参与者。“能源”展项目团队在展品设计时注重显化科学方法，在感官上将科学方法直观化、可视化。以展品“发电乐园”为例（图1），展品展示能源发电相关知识，但并没有为表达知识而表达知识，而是从形式、内容上注重更高层次的科学方法的显现。在展品形式上，通过集成化设计，将5件小型展品进行组合，在各自展台周围设置代表电能传输的灯带，中间设置LED灯柱便于将5件展品现象进行可视化对比。在展品内容上，以“纵向互动、双向对比”的思路进行设计和展示，观众可单独操作每件展品，探究学习不同能源利用方式的技术应用及发电过程，在互动体验过程中对比改变参数之后现象的异同，从而思考导致结果变化的科学本质；横向通过对比每种发电方式产生的效果，了解不同能源的发电效率。以对比探究为导向，让观众加深对常见能源的认识和思考，引导观众认识我国能源结构、发展现状及趋势，建立能源系统大概念，助力国家战略实施。

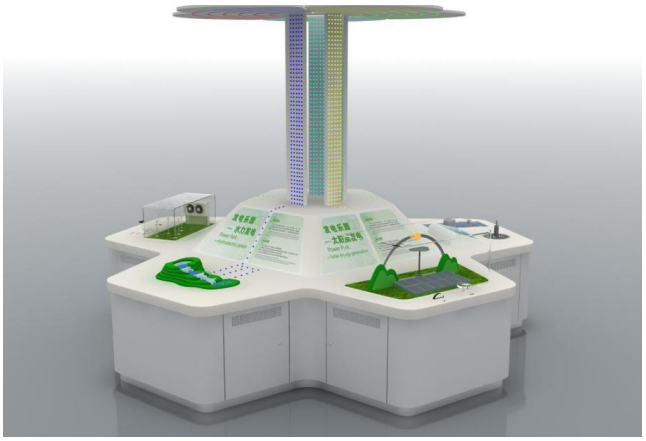


图1　展品“发电乐园”展示效果图

建构主义认为，学习迁移实质上就是在新情境中对知识的应用。在展品设计过程中，采用对比法这种科学方法进行设计，将科学方法概念显化展示，从感官上用“显而易见的科学方法”引起观众的思考，通过互动探究的过程以及可视化的科学现象，将观众置身于新构建的情境中，激发观众进一步思考科学方法的内涵，加深对科学方法的理解，打通科学现象——科学知识——科学方法的内在联系通道。

3.3 用科学方法的逻辑性进行展品设计与布局

科学方法的本质特征和功能要求之一就是逻辑性。王星拱指出，科学方法就是“实质的逻辑”[13]。在展品设计过程中，应用科学方法的逻辑性思维通过恰当的展示脉络对展品进行设计与布局，达到逻辑明确、脉络清晰、层层递进的展示效果，能够增强展品尤其是同知识体系展品之间的有效统一，更好地体现出展览展示的目标，使观众在学习探究中更容易构建起认知体系。

“能源”展设置了集中展示核能相关知识及应用的展区（以下称“核区”），在体现用科学方法的逻辑性进行展品设计与布局方面最具代表性。核能是我国能源生产革命朝着绿色低碳方向发展进程中清洁能源的重要能源类型，但是广大公众存在着谈“核”色变的情绪。在向公众普及核能知识以外，展览还需更好引导公众客观看待核电，消除公众对核电的误解和恐惧，促进公众

对核电事业的理解和支持。简而言之，就是要与新课标提出的“知识与技能”“过程与方法”和“情感态度与价值观”三维课程目标对应衔接。基于此，项目组在策划设计展区展品过程中，从知识逻辑角度切入，选取展示内容设计展品，延续逻辑脉络再将展品进行合理布局，形成知识、应用（过程）、概念的有机统一，实现三维目标的进阶。

“核区”围绕展示核能基础原理、核电安全性、核能科技创新成果应用等内容，从核物理基础到核科技应用再到国家的核电发展规划展开设计，设置“发现放射性”“链式核裂变反应”“可控的核能发电”“阻挡射线谁最强”“核安全设计师”“比比谁的辐射大”“测测放射性”“华龙一号”8件展品。通过布局设置，首先在展览空间上建立起系统概念，以“发现放射性”为起点，从“链式核裂变反应”“可控的核能发电”“阻挡射线谁最强”等核能利用原理和技术切入，解密原子世界，通过“测测放射性”“比比谁的辐射大”等展品传递给公众在我们身边“核”无处不在并且安全的事实，消除公众对“核”的误解和恐惧，再通过展品“核安全设计师”突出强调我国核电运行的安全保障体系，最后展示我国核电领域的自主创新成果“华龙一号”，逐步揭开核科技的神秘面纱，引导公众在体验核能应用过程中思考科学方法及其内涵的同时建立对核电的客观态度。

4. 科学方法表达的思考与建议

4.1 多渠道体现增强科学方法“显化效应”

鉴于科学方法抽象、隐晦的特点，在展览中将科学方法显化处理是最直接的方式，要充分挖掘能够显化科学方法的渠道与方式。展览从一个创意萌发到具体实施，包括内容策划、展品设计制作、布展环境设计制作等一系列环节，科普目标的实施践行与内涵体现是一项过程性工程，在表达科学方法上需要挖掘各环节的契合点，显化科学方法，将方法的传播贯穿整个工程。如内容策划阶段，首先展览设计团队需要转换思维，应用科学方法的思维和逻辑开展科学方法传播工作，设计内容。此外，一个完整的展品组成部分较多，包括台体、互动件、图文板和说明牌等，针对具体展品和展示内容，可以尝试将展品所表达的内容背后的科学方法及精神通过图文并茂的设计直接展示出来，从感官上加深观众的印象。

4.2 挖掘科学史内涵融入科普展览

1895年德国科学家马赫（E.Mach）曾指出：没有任何科学教育可以不重视科学的历史与哲学[14]。科学史高度包含了众多关于科学事例、科学内涵、科学方法及精神的内容，很多科学知识涉及的概念、规律包含了科学方法的创造及应用过程，例如：伽利略的斜面实验利用了实验归纳法得出物体的运动不需要力去维持的理论，而后来的科学家们在他的理论基础上不断探索，最终牛顿站在伽利略、笛卡尔等一批巨人的肩膀上推理出了著名的牛顿第一定律[6]。展览设计人员首先要注重对科技史内容的理解，挖掘关于科学方法的内容，思考通过合适方式（如基于科学史的故事表达方式）将蕴含的科学方法与展览内容结合起来、表达出来，更有助于公众学习科学知识、培养科学思维、理解科学方法。

4.3 发挥展教结合功能

现如今不少科普场馆在科普教育具体实施过程中是将“展”和“教”分离开的，“重展轻教”或“重教轻展”的现象并不鲜见。客观而言，展和教应该是科普教育不可分离、相互统一的，是发挥科普场馆教育功能的一对抓手，目的是更好践行科普理念和实现科普服务目标，展教结合要发挥1+1＞2的效果。科技馆展览互动展品是展教活动最直接的“教具”，展教人员（一般为科普辅导员）有必要通过展品以及围绕展品所展示的知识内容进一步向公众普及科学方法，将科学思想和科学方法巧妙融入公众与展品的互动

探究中，做好展品与公众之间的桥梁，引导公众更好的理解科学方法。

责任编辑：李琦　校对：李琦 梁思琪

本文图片作者提供

参考文献

[1] John C.Burnham.科学是怎样败给迷信的：美国的科学与卫生普及[M].钮卫星，译.上海：上海科技教育出版社，2006.

[2] 田丽芳.科学方法教育的内涵及途径——以化学学科为例[J].甘肃联合大学学报（自然科学版），2008,22(04):103.

[3] 郑长龙.科学方法教育思想的由来及发展[J].化学教育，1998(6):47.

[4] 夏征农.辞海[M].上海：上海辞书出版社，1999.

[5] 邢红军，陈清梅.从知识中心到方法中心：科学教育理论的重要转变[J].首都师范大学学报（自然科学版），2011,32(06).

[6] 葛宇春，张凡华.将科学方法教育引入科技馆展教活动的思考与实践[J].自然科学博物馆研究，2018,3(04).

[7] Hugh G.Gauch,Jr.科学方法实践[M].王义豹，译.北京：清华大学出版社，2005.

[8] 刘新芳.当代中国科普史研究[D].安徽：中国科学技术大学，2010.

[9] 尹传红.更注重科学方法的传播——由《科学家讲科学》丛书获奖谈科学家与科普创作科普研究[J].2011,6(06):95.

[10] 富兰克·奥本海默.有关科技馆的重大问题[J].科技馆，2008(2):4-6.

[11] 朱幼文.教育学、传播学视角下的展览研究与设计——兼论科技博物馆展览设计创新的方向与思路[J].博物院.2017(06).

[12] 朱幼文.科技博物馆主题展览学术研究与设计实践亟待破解的关键问题[J].自然科学博物馆研究，2018,(04).

[13] 王星拱.什么是科学方法[J].新青年，1920,7(5):19-22.

[14] 汪晓勤.HPM：数学史与数学教育[M].北京：科学出版社，2017:1.

Brief analysis of the practice and thinking of popular science exhibitions from the perspective of popularizing scientific methods

Jin Xiaobo, Chen Shaoyu

(China Science and Technology Museum, Beijing 100101, China)

Abstract: The scientific literacy of the whole people is related to the ecological conservation of scientific and technological innovation. The popularization of science is an important way and starting point for the improvement of the scientific literacy of the whole people. With the development of society, the learning and understanding of scientific knowledge has become the basic needs of citizens. In the face of new changes, citizens have mastered basic scientific methods and can apply them to analyze and judge things and solve practical problems, and face new problems more calmly. The exhibition is the most direct bridge for popular science to serve the public, and undertakes the important mission of popularizing scientific knowledge, scientific spirit, scientific thought and scientific method. In the context of the more comprehensive development of popular science work from knowledge popularization to helping people, the author analyzes the relationship between the dissemination of scientific methods and science popularization work from the perspective of scientific method popularization. And combined with the actual exhibition cases, this paper analyzes its practice path, and puts forward the suggestions for better popularization and expression of scientific methods.

Key words: popularization of science; the scientific method; the science popularization exhibition; science education