

科普模型设计与制作的三个要点

李博文*

(中国科学院高能物理研究所, 北京 100049)

[摘要] 科普模型归属于科学艺术范畴, 目前相关研究较少, 但其却有着其他科学传播方式无法取代的特点与无法比拟的优势, 特别是在展现高科技、大科学装置方面。文章分析了科普模型设计制作中的科学性、艺术性与趣味性, 并对科普模型未来的发展进行了展望。

[关键词] 科普模型 渲染 互动

[中图分类号] G315; N4 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19957/j.cnki.kpczpl.2022.04.008

随着科技的不断进步, 科普创作与科学传播的形式与手段也日趋多元化, 科普模型便是其中之一。科普模型, 简而言之就是运用工艺与艺术的手法制作的, 旨在向公众演示科学原理、科学技术的科学艺术品。科普模型一般运用在科普场馆、展览会, 面对的是广大观众, 是进行科学技术普及的一种重要手段。我国的科普模型起步于 20 世纪 80 年代末, 兴起于 20 世纪 90 年代。从 1978 年全国科学大会带来“科学的春天”到 1995 年“科教兴国”战略实施, 这期间全社会掀起崇尚科学、普及科学的热潮。一时间, 全国各地争相举办各种科学技术交流会和科技展览会, 一些科研院所应邀参加, 不少国家重点科研项目与成果首次被介绍到观众面前, 引起了公众的高度关注。但是受制于当时的传播手段, 展会上面对观众的只有展板和宣传单, 大大制约了科普效果。受房地产售楼模型的启发, 一些初创者

便尝试着自己动手设计制作科普模型, 笔者便是其中一员。最初制作的模型都是静态的, 且只追求形似, 这远远满足不了科普模型的要求。随着对外交流的增加、眼界的开阔及经验的积累, 设计者们又开始尝试让模型“动”起来。这些年, 通过设计者们的不断努力, 以及新技术的不断应用, 我国目前的科普模型得到了长足的发展。

如何才能设计制作好科普模型? 结合多年制作科普模型的经历, 笔者认为, 首先, 科普模型的设计制作者应具有科学精神, 肩负科学传播的使命感; 同时, 在科普模型的设计制作中, 还要坚守科学性、艺术性和趣味性。

一、恪守科学性

刘嘉麒院士指出: “科学性是科普作品的内涵, 是科普的灵魂。如果科学性出了问题, 即使

* 通信作者: 李博文, 中国科学院高能物理研究所高级工程师, 研究方向为科学传播。bwli@ihep.ac.cn。

表现手法再好、艺术性再高、趣味性再强，这样的作品也是不合格的，甚至具有欺骗性。”^[1] 科普模型是对科学原理及成果的再现，这就要求在模型的设计制作中，要恪守科学的真实性，做到如实地反映科学流程，只有真实地展示，才能让传播更为准确，最终将抽象的科学原理与前沿成果用通俗易懂的形式传达给广大观众。

（一）追求真实，准确再现

科学研究是认真探索的科学过程，来不得半点虚假，科普模型也同样要真实再现所要展示的科学内容。科普模型的设计制作者应对真实性、科学性给予深刻认识与高度重视，并确保将其贯彻于模型设计制作的始终。这需要模型的设计制作者在实施之初与科研人员进行交流，对所要展示的科学装置与科学成果展开详细调研，细致了解所展现的科学内容的原理、流程、方法及意义。特别是要对关键部位开展深入细致的研究，反复揣摩与推敲。模型设计制作的过程同时也是学习的过程，只有将所要展示科学项目的科学原理弄懂吃透，才能在模型的实际制作中做到准确把握、真实展现。

2006 年中国国际高新技术成果交易会上展出的“北京正负电子对撞机模型”（见图 1）是依据中国科学院 1988 年建成的北京正负电子对撞机（BEPC）设计制作的。这一国家重大科学实验装置是一个使正负电子产生对撞的设备，是通过电子打靶、加速、碰撞、记录等一系列科学实验来实现的，所得出的实验数据供科学家研究分析，以期寻找到新的粒子，是一个处于世界先进水平的、研究物质微观结构的科学装置，是中华人民共和国成立以来继原子弹、氢弹之后的科技大工程之一。该实验装置直线长 202m，环线周长 400m，由成千上万的零部件组成。在模型

设计制作过程中，一方面要把这么庞大的科研装置按比例缩小 1/100，放在长不过 6m、宽不超过 1.5m 的展示台上；另一方面又要做到模型与科研设备从外形到主要部件形象逼真、演示步骤与原科研设备的科研实验步骤相一致，并表现出大科学装置的宏大和精密，绝非易事。为此，模型的设计制作采用了现代化技术，如数字加工、精细雕刻、计算机程控及 3D 打印等，力争最大限度确保模型的真实与准确。制作关键部位时，还要在工艺与材料的加工和使用上进行革新，如利用光纤、发光二极管演示电子运行轨迹。为了准确再现科研过程步骤，运用微控制系统对演示电子运行流程进行控制，对电子注入、打靶、运行、碰撞及同步光的相互关系时间进行精准把握，力争与实际运行相符，做到逼真。制作中还将正负电子、碰撞、同步光等用不同颜色的光加以区别，便于公众理解。



图 1 北京正负电子对撞机模型

在追求模型真实性方面，除了利用模型本体对科学装置进行模拟再现外，还有多种创意方法。“羊八井国际宇宙线观测站”位于西藏羊八井雪域高原，那里独特的气候条件使其成为世界上为数不多的研究和捕捉来自宇宙高能粒子的实验站之一。为了更好地体现真实性，“中欧科技年”展会上不仅展示了“羊八井宇宙线观测站模

型”，还运用网络及远程控制技术，实时将远在几千公里之外“羊八井宇宙线观测站”的实验现场与数据引入到展会模型的显示屏上，实现观测站现场的科研人员与相隔几千公里展台前的观众进行交流互动，让观众真切感受到科研的氛围，实现科技与观众的“零”距离接触。

（二）大胆取舍，突出重点

位于科学前沿的大科学装置由众多子单元和成千上万的零部件组成，构造极其复杂精密，给模型设计制作带来不小的难度。模型既要保证与原科学装置形似，准确展现科学流程，又要确保突出科研重点设备与部件。为了扬长避短，需要针对性地对所展现的内容进行大胆取舍，弱化或去除影响主体核心表达的部分。这不仅需要与科研人员进行沟通，多听取他们的意见和建议，还要对具体内容的工艺实施有自己的理解，这样才能使模型对原装置的表达尽可能完美。

“工业电子辐照加速器模型”（见图2）的设计制作就体现了取舍的重要性。这台仪器是利用放射源作为探测手段，对封闭的车厢、货柜、货仓中的检测物进行无损探测甄别的先进探测设备，较之以前的X射线探测仪在效能上有很大的提高，属于核技术范畴，是现代探测的先进手段。相关技术的应用十分广泛，在工业生产探伤，以及海关、机场、码头、物流等场所对走私物与违禁品的探测发挥着重要作用。根据这个项目的特点，在模型设计制作时对它的探测器系统进行强化处理，放大探测系统单元，使核心部位的作用得到突显。用色彩装饰与LED闪烁光使主探测器成为展示焦点，同时运用电磁技术将模型的输送系统巧妙地遮蔽在模型台面之下，使模型生动地展现出输送、探测、甄别、报警、分拣、移出等工艺流程。一方面，将机柜、货仓等

设施进行弱化或部分剖视处理，弱化或舍去相对不重要的部分，用以突出主题；另一方面，对探测部件做了突出与剖视处理，使得观众能够看见原本封闭的探测过程，并且与之互动，达到良好的科普展示效果。2007年中国国际工业博览会期间，这个模型前总是围着许多观众，他们对输送线上自动飘移的代表检测物的小木块十分好奇，把这些被制作者“动过手脚”的小木块拿在手上反复琢磨，似要探究出其“动”的奥秘，成为展会上有趣的一景。

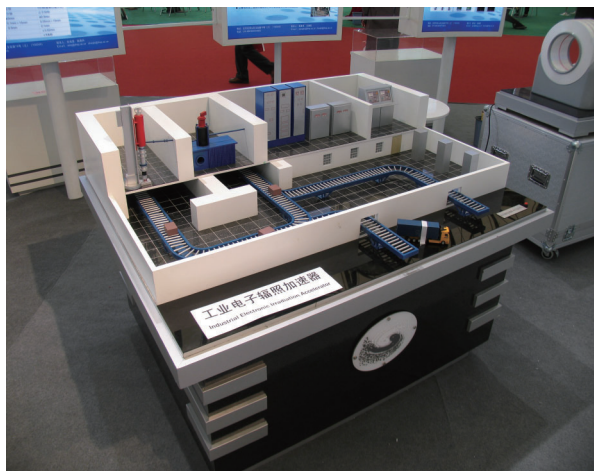


图2 工业电子辐照加速器模型

二、凸显艺术性

科普模型属于艺术的范畴，却又不同于其他艺术形式。它既要有科学的真实性，又有审美的艺术性，是二者的统一。比利时科学史教授乔治·萨顿（George Sarton）认为：“理解科学需要艺术，而理解艺术同样也需要科学。科学与艺术相辅相成。”^[2]著名物理学家李政道也曾说：“科学和艺术是不可分割的，就像一枚硬币的两面。”

科普模型正是科学与艺术相融合的结晶。一方面，它是将复杂科学仪器与成果的原理通过优化、提炼，以艺术加工制作的科普演示系统，目标是使观众能够理解所展现的科学内容，从而

传播科学知识；另一方面，科普模型的设计制作过程也是通过工艺来实现的艺术创作过程。

（一）创新工艺手法

科普模型是众多艺术表现形式之一，具有展示与传播的属性。在模型的设计制作中融入艺术元素，运用艺术的语言来强化所要传达的科学内容。不同于其他艺术形式，艺术性在科普模型上的运用有着独特的表现特点。它兼具绘画的线条与色彩、雕塑的造型与质感、舞台的布景与效果，是一门综合的艺术形式。设计制作模型时要考虑诸多因素的影响，包括展示台位、展示主体、展示环境等因素，意在使科普模型所展现科学内容的传播效果最大化。目前在模型的设计制作中运用的工艺手法多种多样，既有传统的木工机加、雕刻彩绘等，也有计算机程控、3D 打印及 LED 等现代技术，形成声光电多维立体展示。在设计制作中要做到细致入微，达到神似，这就要求设计制作者下功夫去揣摩，才能使所展现的艺术性完美地展现科学内容。目前，科普模型还是小众领域，相关资料在网上几乎查不到，许多问题都要靠自己来解决。在制作过程中，要根据每个模型所展示的具体内容，在材料选取、工艺手法和展现形式上进行开发与创新。

“微型北京正负电子对撞机模型”是作为长期展品而设计的，它比上文提到的北京正负电子对撞机模型要小许多，根据展馆的要求，尺寸仅 120cm × 40cm。但麻雀虽小，五脏俱全，该有的重点显示一点也不能少。为此，制作中运用了新型复合材料，关键部位运用手工雕刻的技法来实现。而在制作“电子束输运线磁铁单元模型”时，既要表现比头发丝还细小百倍的电子运行时的状态，同时又要让观众理解所展示的科学内容。经过反复尝试，最后利用光

敏材料与光纤的特性研制出发光单元，使问题得到完美解决。同时还根据科学装置的工作流程，对各部分使用不同色彩来进行艺术处理，以在视觉上得到区分，并强化关键部件的色彩，以达到醒目的效果。使用闪烁的 LED 光器件，并通过计算机操控，循环展示科学装置的整体和子单元的科学实验过程。为了达到更好的传播效果，在模型上方还设置了一个屏幕，播出与模型演示同步的动画，便于观众理解科学实验过程。

（二）注重渲染烘托

在科普模型的设计制作中，良好的艺术渲染可以使模型富有感染力，提升模型的科学传播效果，激发公众对科学探索的兴趣，便于公众对科学知识的理解。科普模型设计制作中，可以使用传统的工艺与表现方式来起到渲染烘托效果，而随着计算机、新材料等技术的发展，声光电及多媒体技术目前已成为重要的渲染和烘托手段。

2007 年中国江苏首届产学研合作成果展示洽谈会上展出的“正电子发射断层扫描仪模型”（见图 3）是根据我国研制的 PET 扫描仪设计制作的。PET 扫描仪能够实现对病人血流、代谢、生化、受体密度等变化过程的成像，为人类重大疾病的早期筛查、诊断及发病机理探寻提供重要依据，是现代医学中重要的医学影像设备。该模型通过利用机械装置、计算机程控模拟原设备的抬升和输送，并通过现代多媒体光学技术，利用计算机程序控制光的艺术效果，展现其对受检人体扫描与检测过程。特别是在展现检测台输送人体，人体抵达检测区及象征检测正在进行的递进式闪光时，不仅逐环节清晰展示了仪器诊断的过程，还渲染出了科技的神秘感。

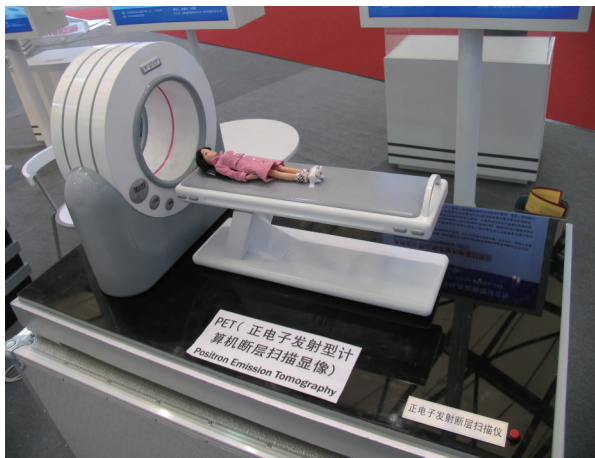


图3 正电子发射断层扫描仪模型

在科普模型制作中,对细节的把握也十分重要,一些看着不起眼的小配件对模型主体有着十分重要的烘托作用。比如在模型上添加一个道具人、几棵道具树、几辆道具汽车等,就能衬托出科学装置的庞大。还可以根据不同科学装置的特点,选用不同的声、光、电效果。用以营造出科学特有的神秘感,从而达到引人关注的目的。

此外,符合大众审美情趣的渲染效果更容易得到接受。应注意,设计制作中不要滥用色彩及闪光,尤其是装饰部分不要过分渲染,以免喧宾夺主。过分的渲染不但达不到科普宣传的效果,反而显得刺眼、俗气,削弱了科学的高深感与神奇感,会影响科普模型的展示效果。

三、激发趣味性

捷克教育家夸美纽斯(Jan Amos Komenský)曾说,“一切知识都是从感官的感知开始的”^[3]。科普模型是与观众近距离接触的展出方式,它有着其他类型的科普创作所不可比拟的优势。为吸引观众,达到传播科学知识的目的,在模型设计制作中,增加与观众零距离接触和互动体验显得尤为重要,更是吸引观众最为有效的方法。目前,具有视、听、触功能的科普模型正在成为科

普模型设计制作的主流。

(一) 通过拟人化处理提升趣味性

科普模型在展示中能够做到吸引人,除了要给人以视觉冲击外,还要有趣味性,而对科普模型进行拟人化处理正是让科普变得生动有趣的方式之一。

中国科学院公众开放日多次展出的“高能小子机器人模型”(见图4)因目标受众是中小小学生,所以在外形设计上采用孩子们喜爱的卡通人物形象,有着一双大大的、闪着蓝光的眼晴,全身披戴着梦幻铠甲,充满了神秘感,手臂还摆出一个孩子们都熟悉的象征胜利的招牌动作。同时,模型胸前还配有一块触摸屏,屏幕上的3D卡通小人不但能为观众讲解相关的科学知识,还能向观众提问,观众可以通过触摸屏来回答问题。如回答正确,屏幕上的卡通小人便会欢呼雀跃;答错了也没关系,卡通小人会给小观众们鼓励的话;若全部答对,便会从模型胸前弹出一张知识卡作为奖励。每次展出时,这个模型周围总是围着一大群孩子,是名副其实的“孩子王”。这个模型符合目标受众的兴趣,充满童趣,采用孩子们喜欢的、轻松的娱乐方式进行科普,用奖



图4 高能小子机器人模型

励机制激发孩子们的好胜心，促使他们为提高答题正确率而认真对待模型所介绍的知识，从而加深对科学的理解，达到了良好的科普效果。

“心理与健康测试模型”是一台对人进行心理分析的科普模型，其外表就像是一名坐诊的医生，胸前是一个可以进行人机交互的屏幕，一根导线从模型上伸出，连接着模型内部可感知人体脉搏的分析仪。测试时，观众坐在这位“医生”前，只需将手腕部扣上导线一端的特制软夹，然后回答屏幕上的问题，模型会根据受试者在回答屏幕上问题时的脉搏心律来进行心理分析，而分析的结果会以阳光明媚、蓝天白云、鲜花盛开、幽暗黑夜、电闪雷鸣、落叶萧瑟等场景在屏幕上呈现出来。其间，“医生”会提供心理辅导提示，而随着受试者脉搏的改变，屏幕上的场景也会相应地发生变化：枯萎的花慢慢抬起头焕发生机，雷雨交加的黑夜渐渐散去，雨过天晴，黄沙漫漫寸草不生的沙漠生长出绿洲，干涸河床上挣扎的鱼终于迎来清澈的水……测试期间，“医生”还会根据屏幕上的变化显示出“加油！”“坚持！”等赞许、鼓励的文字。正是由于模型设计制作上运用数字技术，让模型得以通过实时收集到的脉搏数据完成与观众的互动，才能让观众得到私人化的体验，切身感受到自身心理的变化，从而对心理学有进一步了解。同时，拟人化设计容易让模型获得观众的信任，吸引更多观众参与体验，更好地达成传播心理学知识的目的。

（二）增强互动，优化观众体验

良好的互动体验是激发公众科学兴趣的最有效的方式之一。科普模型与其他展示方式的最大区别在于模型是直观的、可接近的，甚至是可触的。科普模型不应是冰冷的陈列品，给观众留

下的不仅是视觉感受，还应有触摸的体验。2006年，在军事博物馆举办的一次科技博览会上，来自法国的科普展台给笔者留下了非常深刻的印象。在这个展台，每件作品都是观众可以上手参与互动的。最让人惊奇的是，这些互动道具都只是用管子、沙子、玻璃和木板等生活中不起眼的材料制作的，看似简单，但设计非常精巧，观众在轻松的互动中能够学到诸如“能量守恒”“热电效应”“光电作用”“电化学反应”“电磁效应”“光合作用”等基础科学知识。这与当时国内展品前“请勿靠近”“请勿触摸”的牌子形成鲜明对照。

目前，我国的科普模型与国外的科普模型之间最大的区别在于我国的科普模型能够与观众进行互动的依然较少，而互动恰恰是科普宣传中最具实效的方式之一。不过，随着科普理念的转变，互动性越来越成为我国自主设计科普模型时所追求的目标。现在，观众不仅可以与演示身边科学原理小实验的科普模型交互，还可以通过与大科学装置的模型互动，直接体验重要领域前沿科学运行原理。北京谱仪是我国重要的科学装置，它有三层楼高，但精度极高，是用来探测和记录粒子轨迹的工具。在设



图5 北京谱仪模型

设计制作“北京谱仪模型”(见图5)时,运用机械与程控系统使其“动”起来,使模型能够自动打开并进行90°旋转,展现其精密复杂的内部构造,还能模拟谱仪内部正负电子碰撞、捕捉、记录的场景,与观众发生互动。观众可以亲自操纵开关,使模型完成演示过程,或停留在演示过程的某一环节上,并可以反复演示,从而加深理解。

随着科技的进步,一些先进的技术已被应用到我国的科普模型制作中,以增强互动性。例如,现在一些展会上的科普模型运用了VR技术,参观者可以在相应模型展台戴上专用眼镜,

或是“走”入高科技实验室,亲自了解科学家的工作环境,或是“走”进大科学装置内部,更加直观地探索其内部构造和运转过程,深化认识与理解。新技术为观众提供了与科学零距离互动的可能,这种身临其境般的展示效果使科普变得更加引人入胜。

科普模型因其特殊性,愈发显现出独特的魅力。相信随着科学技术的不断进步,特别是在智能仿真、虚拟数字、脑机连接等新技术的加持下,未来的科普模型拥有广阔的发展前景,在制作技术、展示效果等方面得到大幅提升,甚至或将会发生翻天覆地的变化,让我们拭目以待。

参考文献

- [1] 刘嘉麒. 科学性是科普的灵魂 [J]. 科普研究, 2014, 9(5): 5-6+13.
- [2] 乔治·萨顿. 科学的历史研究 [M]. 陈恒六, 刘兵, 仲维光, 编译. 上海: 上海交通大学出版社, 2007.
- [3] 夸美纽斯. 大教学论 [M]. 傅任敢, 译. 北京: 人民教育出版社, 1979.

(编辑 / 齐钰 姚利芬)

Three Key Points of the Design and Production of Popular Science

Li Bowen

(Institute of High Energy Physics Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: The study of popular science models falls into the category of the art of science. There is currently little related research, but it has incomparable characteristics and benefits that cannot be replaced by other methods of science communication, particularly in the display of state-of-the-art scientific technology and large scientific facilities. This paper emphasizes that the popular science model should be scientific, artistic, and interesting in design and production, and believes that with the development of new technologies, the popular science model still has broad prospects for further development.

Keywords: popular science models; rendering; interaction

CLC Numbers: G315; N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19957/j.cnki.kpczpl.2022.04.008