从《球球总动员》谈科学实验秀设计

文 _ 左　超 / 中国科学技术馆　张力魏 / 中国科学院大学



《球球总动员》是中国科技馆 2013 年推出的一个实验秀，在展厅不定期演出，是 2013 年全国科技辅导员大赛参赛项目，受到观众的好评。实验秀时长为 8 分钟，2 名表演者相互配合，用生活中常见的气球、排球、篮球等作为实验器材演示“气球纸杯飞行器”和“球球叠罗汉”两组实验，为观众展示“气流反冲作用力”和“弹性碰撞”的有趣现象，从而引出对物理学经典理论——能量守恒定律的介绍。

作为《球球总动员》这个科学秀的设计者，笔者长期在中国科技馆展厅从事一线工作，在活动中有机会对观众反应进行细致地观察，这些经验让笔者对科技馆教育活动有着更好的理解，而这也正是这个项目之所以能够取得成功、受观众欢迎的重要原因。本文以这个表演项目为例，谈谈笔者在中国科技馆 10 多年的教育活动设计开发、组织实施过程中，摸索到的一些关于创作科普表演剧本、增强观众体验、促进观众理解表演中的科学概念等方面的经验和看法。

◉ 将科学原理“视觉化”，设计情境线索将一组实验关联起来创作科学表演的剧本。

“选择一个或一组科学实验，通过生动有趣的操作过程、出人意料的实验结果来介绍



某个具体的科学原理”，这已经是科技馆教育工作者的共识。实际工作中，通常在“选择什么样的原理来介绍、如何设计线索把选定的一系列实验关联起来”这两个问题上遇到困难。笔者个人的经验是从初、高中物理学中选择相关的原理来设计活动通常都能取得比较好的效果。原因有两个：一是物理学原理易于表现，取材更易于贴近生活；二是知识难度水平上看，有可能向小学幼儿园或者大学水平以上的成人两个方向进行拓展。在《球球总动员》这个表演中，选择了中学物理课中非常经典的“能量守恒定律”作为表演的原理构架，重点放在生动表现“反冲运动”和“弹性碰撞”这两个概念。这种科学概念的难度选择，小学生依据生活常识可以尝试学习理解，中学生可以与课堂学习产生共鸣，也可以引发更深入的深度思考。

其实，《球球总动员》中选择的两个物理学概念都可以做出详细的公式推导，得出非常严谨的结论。但是，科技馆展厅不是课堂、也不是研究室，不可能用黑板给观众对照公式讲解。我们的表演必须将科学原理用更强烈的视觉语言凸显出来。例如，“将气球吹胀后松手，球皮的弹性势能转化为动能，推动气球飞起来”，用来表现“反冲运动”概念；“将大小不同的球叠放在一起做自由落体运动，通过自下而上传导的动能，促使最顶端的球飞向更高处”，用来表现“弹性碰撞”这个概念。

怎么把相对独立的实验串联起来呢？需要合适的情节情境。《球球总动员》用“设计一种新型飞行器”的任务作为线索。表演中，两名表演者进行竞赛，设计各自的“飞行器”，设计的过程中利用到“气流反冲力”和“弹性碰撞”原理。从实际演出的观众反响来看，这个情境线索设计是比较成功的，它既能把表演者选定的两个不同概念的实验串联在一起，而且还符合青少年观众爱挑战的心理特性，不断展开的情节将科普秀的气氛逐渐推向高潮。在这样的情绪体验中，观众对实验中的科学原理的印象会很深。

◉ 量体裁衣制作表演器材，创造视觉爆点增强观众体验

获得较高的观众体验的满意度对科学秀来说是一个极高的要求。笔者认为，增强观众体验要从表演器材、氛围营造和流程细节设置等各方面进行把握。

科学秀实验现象要呈现得漂亮精彩，一般要“量体裁衣”制作器材，随便找一个实验室标准用具一般达不到理想的效果。要尽可能将日常生活用品改造成演示道具，这样有助于拉近表演与观众的距离。《球球总动员》的实验道具都是笔者经过反复推算、多次试验才确定的。表演中用于“气球纸杯飞行器”的气球、纸杯的自重以及气球的膨胀度是影响飞行效果3个重要因素。我们在试验中发现：纸杯只是起到限制气流、配重的作用，所以气球与纸杯的重量比要为1/2。因此，我们在大量各种规格的气球和纸杯中进行比较筛选，从而选定8寸、27寸两种型号气球以及普通一次性纸杯和4升纸桶（8寸气球配普通纸杯、27寸气球配4升纸桶）。同样存在最佳重量比关系的

还有表演里面“球球叠罗汉”中的各种小球。通过公式推算和多次测试，我们得出由上到下的小球的重量比约为 1:3:9:27 时候演示效果最好。

有了订制的演示道具，还要操作手法的配合，演出环境和氛围的营造也很重要。我们在上演科学秀的时候，会用两张大桌子，用铁架台放置科学秀要用到的各种小球，并且尽可能将球摆放得有趣些，给观众营造出“球球的世界”的气氛。在这个科学秀中，对“球球叠罗汉”的道具进行了小型化、成品化处理。按情节需要，制成的小道具可以发给观众，观众可以使用小道具与表演者互动，还可以带回家进一步探索，或者用小道具再表演给其他人看，实现了表演信息的二次传播。

“我演你看”是常见的科学秀的模式，这种表演往往会让观众成为旁观者置身事外，而表演者却孤立无援。《球球总动员》的表演模式做了两个小的改变，一是增加了一个表演者，情节上两人既可以相互竞争挑战，增加冲突，也可以相互配合，增加幽默的元素；另一个重要的改变是采用了“带你一起做”的表演和互动模式，例如，将“气球飞行器”的制作过程融入在表演过程，先用一个 6 寸小气球做飞行器，然后用一个 30 寸超大的气球，并用夸张的肢体语言不断制造视觉“爆点”和意外，引导观众追随情节。在边做边演的过程中抛出一个接一个的假设和问题，例如：表演者会问“这才是 3 个球的碰撞，要是 4 个球、5 个球呢？5 个球的飞行器来了，大家往上看”，将观众的注意力留在实验表演里。

◉ 巧妙设计实验和问题，促进观众对科学概念的理解。

为了加深观众对科学秀中所传达的科学概念和科学原理的印象，常用的方法是同一个实验重复做几次，或者用几个不同的实验演示相同的科学原理。我们发现这两个方式在实际的应用中会降低观众对后续实验的期望值，使整个科学秀的节奏变得疲软。在《球球总动员》中也做了重复实验，但是却运用了改变变量的方法。例如，放飞“气球纸杯飞行器”这个过程，本身演示时间是非常短的，特别采取“6 寸气球 + 普通纸杯”的第一次放飞，也就能持续个 3 秒钟。为了加深观众印象，演示者虽然选择了重复演示的方法，但是用“27 寸气球 + 大号爆米花桶”制作了一个超大号的“气球纸杯飞行器”，虽然过程一样，但是道具的飞行高度成倍增加，不但延长了实验时长而且还将现场气氛推向高潮。

用方法相似、但结果差异大的对比实验，也能帮助观众理解表演中的科学概念，对培养观众的科学思维也能有所帮助。例如，为了帮助观众理解“发生超弹性碰撞的两个物体质量要有较大的差异”，在“球球叠罗汉”的开始部分，演示者甲在网球下面垫了一个篮球，这两个球同时落地后，网球弹起很高。接着，演示者乙用看似不经意的手法做了两个实验，一是将一个网球单独做自由落体运动，二是用两个一样大的排球叠加做自由落体运动，后两种情况球的弹跳高度都没法和演示者甲的实验效果相比。这样的对比实验，观众就能直观地感受到“物体要有质量差异”这个条件的必要性。

一个科学秀的时间很短，怎么能让观众有效地理解演示者想传达的科学概念呢？《球球总动员》采取的策略是适时适当地提问，引导观众观察关键的细节。例如，在第一次网球和篮球叠加成功表演之后，马上就细节提问“大家有没有注意到，为什么把篮球放下面，小球放上面呢？”这是要引导大家思考“大质量物体和小质量物体在能量转换中所发挥的不同作用”。准备增加小球叠加的数量时，先提问“要是在下面再增加一个球会飞得更高吗？”，再做演示，最后可以给出更加惊人的假设“根据推算，在理想状态下，由大到小的 10 个球叠加碰撞，最上面那个球上升的理论高度可以达到地球卫星那么高。”提问、演示、解说、再演示、再提问形成《球球总动员》科学秀的完整过程，这样的过程对于观众理解其中的科学概念很有帮助。

在实际工作中，笔者越来越深刻地感受到，科学秀的开发设计和表演需要一种跨界的精神。作为科技馆的教育工作者，我们不仅要了解科学，还要了解教育规律，了解观众的心理，才能在科技馆这种资源丰富、气氛宽松的环境下创造出更有意思的科学活动。■