

“公众科学日” 科普展板视觉效果分析

詹 琰

(中国科学院研究生院, 北京 100049)

[摘要] 科普展板是科普活动中最常用的展示手段, 而科普展板的视觉效果是影响传播效果的重要因素之一。本文以中国科学院“公众科学日”中所展示的科普展板为样本, 分析了科普展板视觉效果对传播效果的影响。

[关键词] 科普展板 传播效果 中国科学院“公众科学日”

[中图分类号] N4

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-8357 (2009) 04-0053-8

Visual Effect Analysis of Exhibition Boards for “Public Science Day” Held by Chinese Academy of Sciences

Zhan Yan

(Graduate University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049)

Abstract: Science exhibition boards are common in science communication, and the visual effect of the boards is one of the most significant impacts on communication effect. This article analyses the impacts of the visual effect of the boards from “Public Science Day”, which was held by Chinese Academy of Sciences in 2009.

Keywords: science exhibition boards; communication effect; “Public Science Day” held by Chinese Academy of Sciences

CLC Number: N4

Document Code: A

Article ID: 1673-8357 (2009) 04-0053-8

“公众科学日”是中国科学院组织的大型公益科普活动, 活动期间科学院大部分院所面向全体市民开放, 公众可以直接走进科研院所, 了解和亲身感受科学研究的现状和成果, 了解科学与公众日常生活的关系。“公众科学日”活动采取了各种科普的手段介绍和展示科研成果并向公众进行科普宣传, 如知名学者的讲座、科普小电影, 甚至公众可以直接走进实验室观看或动手操作某些实验, 等等。其中科普展板作为科学传播的重要手段之一, 也在“公众科学日”中以相当的数量和规模出现在各个院所

的展厅。

但是, 由于各种原因, 现阶段科普展板的制作质量参差不齐, 这就造成了展板在活动期间无法充分发挥其特色。视觉因素是影响传播效果的重要原因之一, 视觉效果好的展板无疑会更吸引公众的目光, 给公众创造良好的视觉阅读环境, 更有利于科普内容的传播, 反之则会造成公众的阅读障碍。本文对中科院“公众科学日”科普展板视觉效果进行分析, 也对今后的科普资源建设进行了一些思考。

收稿日期: 2009-07-09

作者简介: 詹 琰, 中国科学院研究生院科技传播专业副教授; Email: zhanyan@gucas.ac.cn

1 科普展板总体情况

在科学院“天地生科学园区”内，参加“公众科学日”开放活动的研究所一共有7所，分别是地理所、动物所、遥感所、遗传所、微生物所、心理所及生物物理所。除心理所之外，其他各所均运用了展板作为展示手段。活动期间，天地生科学园区共展出展板358块，其中地理所49块、动物所34块、遥感所91块、遗传所100块、微生物所32块、生物物理所52块。

展板所涉及的内容主要包括院所介绍、主要科研及管理人员介绍、科学知识普及3大类。其中，院所介绍、主要科研及管理人员介绍的展板共54块，包括遥感所6块，遗传所48块，这一类型的展板基本属于常设展板。由统计数据可以看出“公众科学日”中以科学知识为内容的展板占绝大多数。

2 展板评估

2.1 颜色

色彩使展板的表現力更丰富，是版面情感的渲染，它可以作用于人的心理和情绪，优化展品的视觉效果。展板中的主色调是整块展板的气质所在和情绪表现，显示出展板的感情和对展板所展示内容的认识。主色调是视觉中最先被参观者捕捉到的信息，其设计的好坏直接关系到能否吸引并打动参观者，是整个展板设计成败的重要因素之一。图1中列出了活动中所展示的358块展板主色调的分布，由图可以看出58%的展板都使用了同一种颜色——蓝色

作为主色调。

设计中对蓝色的喜爱不光显示在展板的版面视觉中，在网页设计、报纸版面设计等领域都可以看到蓝色是使用较多的颜色。在色彩心理学中和传统意象里，蓝色代表朴素与智慧，中国一向把蓝色视为典雅庄重的颜色，青花、蜡染、蓝印花布是独具民族神韵的蓝色文化系列^[1]。蓝色是最中庸、最平静、最理智的颜色，这样的色彩符合中国儒家的中庸思想，因此在中国被广泛使用。

可是，几乎一半的版面都用同一种颜色作为主色调会给观众一种千人一面的感觉，没有自己的特色；而且，在众多的展板中无法吸引参观者的目光，更无法感染参观者。展板的艺术性因此会大打折扣，传播的效果也会受到影响。这就好比在全国上下一片蓝的时代，个人的气质特点无法借助符合自己审美特点的颜色来表现，那么个人识别性就会受到一定的影响。

改革开放的初期，当时的人们对个性的美感刚刚有一些朦胧的认识，在服装和日常生活中都追求流行色，于是出现某个季节人们的服装式样或颜色完全相同的现象。在经济发展、人民生活水平大幅提高的今天，人们对审美有了进一步的要求，在设计中趋向于小批量、个性化和细加工，人们尽量选择适合自己特点的服装式样和颜色，色彩成为彰显自己个性的手法之一。而在平面设计中，特别是在科普展板的设计中，色彩的运用还处在对流行色的追求阶段，还落后于当前的设计理念和人们的审美需求。

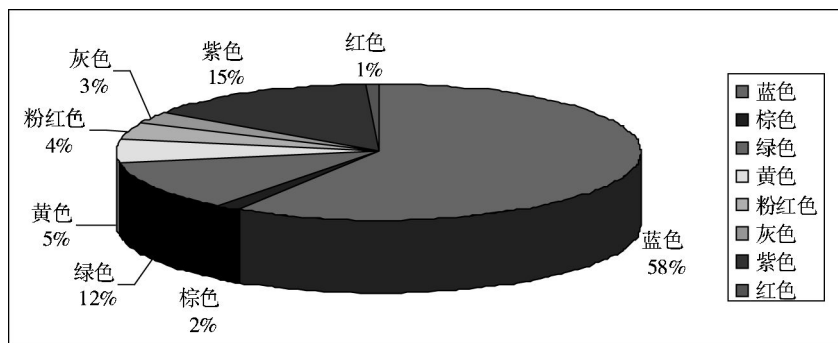


图1 展板主色调分布饼状图

色彩多而杂是活动日科普展板的另一个特点。在多数展板中都可以看到 4~5 种颜色，而且色彩的亮度和浓度都几近饱和，营造出的是熙熙攘攘的喧闹感。展板的主色、辅色和背景色之间的色彩层次不明显，如果把展板比作一首乐曲，那么这样的展板基本全部在高声位，韵律和节奏更是无从谈起。这样高亮度、饱和度的视觉环境很容易导致参观者审美疲劳和视觉疲惫，从而影响信息的传播。很多设计者认为只有浓艳的颜色才能起到吸引观众眼球的作用，其实典雅的色彩才能长时间留住公众的视线，更何况展板的颜色应该是优美的和弦而不

是高声部的噪音。

2.2 文字、图片及图文关系

2.2.1 文字的数量

观众在每块展板前停留的时间有限，因此展板应该用最简短的文字说明想传达给参观者的信息内容。一般情况下，每块展板的文字数应控制在 300 字以下。在活动所展示的 358 块展板中，文字量在 300 字以下的展板和 300 ~ 500 字的展板分别为 44% 和 26%，而文字量在 1 000 字以上的仅占 3%（见图 2）。由这些数据可以看出，在“公众科学日”所展示的展板文字量比较符合参观者的阅读需求。

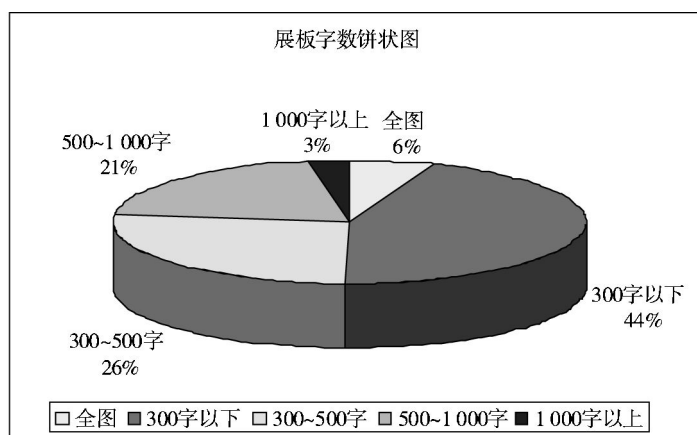


图 2 展板字数饼状图

从各所展板字数统计表可以看出，文字量在 1 000 字以上的 10 块展板中，遗传所 7 块、遥感所 3 块。而这 10 块展板中的 9 块内容为院所或人物介绍，涉及知识传播类的展板只有 1 块。以院所或人物介绍为主的展板，内容设计者总是想尽可能多地介绍院所的详细情况，特别是取得的各种成果和荣誉，人物的介绍也是尽可能详尽地介绍人物的生平和功勋成果，从而导致这类展板的文字量过多。

2.2.2 展板中的专业术语量

文本的易读性是评价文本信息传播效果的要素之一。在知识传播的过程中，科普文本不可避免要涉及专业名词，专业名词在文章中的大量出现一方面说明文本含有丰富的信息，另一方面则对读者的相关知识储备提出了较高的要求。尤其是一些公众在日常生活中极少接触的术语，如果读者在阅读过程中无法进行术

表 1 各所展板字数统计表

	展板数量	全图	300 字以下	300 ~ 500 字	500 ~ 1 000 字	1 000 字以上
动物所	34	0	24	9	1	0
遥感所	91	15	31	21	21	3
地理所	49	0	25	20	4	0
生物物理所	52	0	24	8	20	0
遗传所	100	0	40	30	23	7
微生物所	32	6	15	6	5	0
总计	358	21	159	94	74	10

语解码，那么这些术语将成为信息传播的符号障碍。

此外，过多的术语也会影响文本信息传播

的效度,文本在语言表达上显得刻板而晦涩,难以引发读者的阅读兴趣。其结果是,即使是面对十分吸引人的主题内容,读者也会望文生“畏”,选择囫囵吞枣的浏览而非编者所期望的仔细阅读。“公众科学日”活动是面向全体公众开放并传播科学知识,参观者不乏中小学生和普通市民,如果展板内容中专业术语量过大,文本信息的到达率和传播效果都将大打折扣^[2]。

专业术语统计表中(见表2)列出了5个所展板中的专业术语量。遥感所调研人员因相机设备问题,照片分辨率不高,无法精确统计专业术语量,故不列在表中。从表中的统计数据可以看出,在总数为267块的展板中有专业术语274个,平均每块展板1.03个。

专业的科学传播工作者很少涉及科普展板的内容设计领域,各院所的展板或是在科学家本人的指导下完成,或在科学家的专业论文的理论指导下完成。中国科学院研究生院科学传播中心2006级研究生王姝在自己的毕业论文《中国科学家对科学传播活动参与度与理解度调查》中的调查有这样的记录:“科普开放日是我国目前每年都会进行的一项科普活动,在所调查的21位科学家中,有14人曾参与过科普开放日的活动,包括展板的制作。”^{[3]19}

科学家习惯于各自学科领域中的专业语境,而且大都认为专业术语越多越能显示自己的学术水平和能力。而科学家对于公众的科普需求则感觉并不乐观,在王姝访谈的21名科学家中,只有2人认为公众对科学有兴趣^{[3]27}。因此科学家在设计展板内容时,并没有过多地从科普的角度出发,从公众对科学理解出发。

关于专业术语的问题,《科技日报》记者尹传红有这样的观点:使文章通俗化,就是要尽量用大众化的语言,去描述科学的、艰深的或专业性强的事物,如对比较专门的、不为一般人所了解的科学技术问题、原理等,能用通俗的语言、恰当的修辞手法、巧妙的谋篇布局等表达出来;对专业术语,能够“跳”出科学家惯常使用的语言思维,用大众化的语言“翻译”出来;此外,文章架构应逻辑清楚,叙述语言

要简捷流畅,遣词造句要准确精当;总之,就是要生动活泼,不板起面孔说教^[4]。虽然这是他对科技新闻报道的体会,但是同样适用于科普展板。

表2 专业术语统计表

	展板数量	使用专业术语的展板数量	专业术语量	每块展板专业术语平均值
动物所	34	11	21	0.62
地理所	49	4	6	0.12
生物物理所	52	41	168	3.23
遗传所	100	26	64	0.64
微生物所	32	4	15	0.47
总计	267	86	274	1.03

2.2.3 图片数量、图文关系

随着经济的发展、科技的进步,人们的生活节奏越来越快,我们已经进入“读图时代”,人们的生活方式正在变成“图像化生存”^[5]。在平面设计界逐渐形成了大图片、大标题、短文章的趋势。展板作为平面设计中的重要部分同样受到这种设计思想的影响。从文字数量的分析中我们可以看出,活动日期间展出的展板文字量适中,表明图片在展板中所占的比例较大。在科普展板中很多难以理解的科学问题只有借助于图片才能得到更清晰的解释,因此图片在科普展板中的作用尤显重要。

但是,活动中展板的图片使用都具有图片小而多的现象,每张展板的图片少则三四幅,多则七八幅,这种现象的产生有几种原因:有的展板需要这些图片才能说明问题;有些展板的设计者认为图片越多越漂亮;有的展板需要图片来填补空白。第一种情况中,图片与图片之间的关系在视觉中变得更为重要,主辅要清楚、取舍要得当。图3展示的展板,8幅图片基本同样重要,观众一瞥之下,各种图片争先恐后地进入视觉,使视线无所适从,没有设计中的视线流动。

在第二种和第三种情况下,图片对文字的



图3 动物所展板

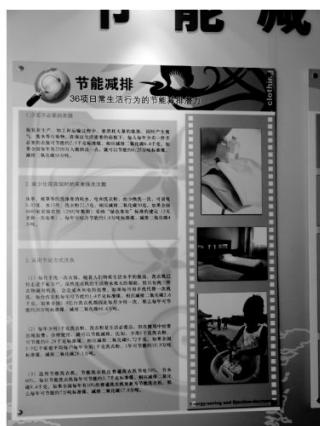


图4 地理所展板(一)



图5 地理所展板(二)

解释作用就会减弱,比如图4中,讲到节能减排要少购买新衣,图片很直白地展示出两件衣服;讲到手洗衣服又展示手洗衣服的图片。图片是对文字的直译,解释的作用很少,美化及艺术性也不高。这种对内容和视觉没有意义的图片,称为噪音,应尽量少用。

2.2.4 图表

图表和图片一样,也起到对文字的解释和证明作用。但图表和图片也有不一样的地方:图片简单明了,一目了然;图表的信息量更大,解码更加困难,需要耐心地理解和阅读,而读者阅读展板的时间耐性是有限的,因此复杂的图表在展板中应尽量少用。在活动日当中展出的358块展板中,有54幅信息含量较高的图表,其中遥感所23幅、遗传所17幅、生物物理所2幅、微生物所2幅、地理所14幅。这些图表都需要参观者花费时间去仔细阅读与理解,设计者对于科学共同体内的知识交流与科学传播之间的差异明显不了解。

3 展板设计的艺术性

3.1 展板造型的艺术性

由于各所用于制作科普展板的资金有限,展板的重复使用率高,这就对展板的便捷性与易收纳性要求较高。制作一套展板,需适应不同的场合展览,而且要便于挪动,在展览之后还要便于储藏。于是,展示中所使用的展板普遍采用单板的形式,展板本身都不具有背景支撑或支架。

但也有一些展板在造型方面有较高的艺术性。比如,地理所的“全球气候变化的基本知识”系列展板采用了背景色作为烘托,展板整体效果较好;微生物所的真菌科普馆中的展板造型具有很高的艺术性与独特性,特别是科普馆入口处的两套展板,按组装订成页面的形式,参观者可以在翻动的过程中选择自己感兴趣的内容阅读(图6)。

3.2 版面构成

版面构成离不开艺术表现,美的形式原理是规范形式美感的基本法则,它是通过重复与交错、节奏与韵律、对称与均衡、对比与调和、比例与适度、变异与秩序、虚实与留白等形式美构成法则来规划版面,把抽象美的观点及涵养诉诸于观者,它们之间是相辅相成、互为因果的,既对立又统一地共存于一个版面之中^[6]。

活动日展板的版面构成形式较为单一,在358块展板中,大多数展板都采用了上下或左右构成,文字图片排列较为刻板、缺乏变化,版面形式不够丰富多彩,在版面设计中对形式美考虑得不够细致,例如图7为左右构图的展板,但左半边展板视觉明显重于右半边。大多数展板图片与图片之间比例关系不够明确,而色彩饱和度接近,这样就无法产生明显的节奏感和韵律美。展板中的对比也只能依靠图片与文字之间的虚实对比。

纵观所有展板,几乎所有展板的版面构成都给观众以满满当当的视觉感受。文字、图片、颜色几乎充斥着所有的版面空间(参见以上所

有图片),不给参观者的视觉留下可以喘息的空间。没有留白的版面空间,就像塞得密密实实的仓库,想要找到自己感兴趣的知识点是一件非常费力的事情。



图6 微生物所展板



图7 遥感所展板

4 展板展示的效果

4.1 观众停留时间

在此次活动中,生物物理所、遗传所、地理所、微生物所组织志愿者对展板内容进行了讲解,因此在这些所的参观中,观众的停留时间由讲解员的讲解时间决定;而零散参观的观众在展板前停留的时间不多。

4.2 观众关注度

观众对各所展板的关注度及关注原因调查情况如下。

微生物所:真菌科普馆中的“真菌多样性展板”受关注最高。此组展板以图片为主,并且文字内容简单,没有术语。第一,展板形状不拘泥于常见展板的长方形或正方形,而设计了一个与展出内容相关的性状——以蘑菇的轮廓为展板的形状。第二,展板需要观众动手观看,增强了互动性,提高了观众的兴趣。第三,展板内容选题有吸引力,有趣的共生、被当作不明生物的真菌、真菌的大与小、显微镜下的真菌,这四个选题均涉及到一般观众稍有一些了解但又不完全掌握的领域,满足了一般观众探索未知世界的欲望。第四,选取图片与文字内容紧密结合,而且,图片性状有方形、圆形、六边形等各种性状,也增加了展板的趣味性。第五,该组展板是观众进入真菌馆看到的第一组展板,观众的新鲜感使这组展板广受欢迎。

遥感所:以上午 10:30 前几批参观者为例,

10:07 约 50 人进入遥感所, 10:10 观看多媒体宣传电影,因片子较短,组织者重复播放两次, 10:14 结束离开,未关注展板; 10:18 第二批进入自由浏览展板,北航附中有两名家长带小孩夹杂其中。参观者停留频率较高的为进门大厅的中国地图(或许因为这是参观者最能看懂的展板),部分中学生在此合影留念,其他知识性展板仅个别学生走马观花浏览了走廊口若干幅,无显著停留, 10:23 离开。

遗传所:观众的关注度受引导员影响,本身没有足够的决定权。

常设展板,内容非常晦涩,而且当时光线较暗,组织者又不停催促,观众没有关注展板。

临时展板“转基因科普”,由于空间狭小,相当一部分观众没有机会观看展板,受引导员的影响,观众无法主动选择。

临时展板“动物和人”,观众进入展览区后,很快就被吸引到互动区去,亲自通过显微镜观察各种标本,对展板的关注度较低。

生物物理所:在整个观察过程中,发现“20 世纪生命科学领域里程碑式的事件与重要人物”系列展板中无关注度较高的展板。“科普知识”系列展板中,“视网膜的奥秘”、“眼球和视网膜的结构”、“禽流感与高致病性禽流感——飞来横祸?”、“狂犬病”,这 4 个展板的关注度较高,参观者在这四个展板前停留时间最长,可达 5~7 分钟,并且会有讨论。

“视网膜的奥秘”、“眼球和视网膜的结构”展板配合有一个互动展台,通过触摸一个眼球结构模型,了解相关知识。停留时间较长的参观者均是在关注到互动展台,并且参与互动活动后,对这两块展板产生了兴趣,主动去阅读展板上的文字,甚至主动要求互动展台的志愿者为其讲解展板上的知识,并且与志愿者讨论。

“禽流感与高致病性禽流感——飞来横祸?”、“狂犬病”的关注程度略小于“视网膜的奥秘”和“眼球和视网膜的结构”。由于这两块展板在位置上紧邻着“视网膜的奥秘”和“眼球和视网膜的结构”两块展板,因此多数参

观者在看完前两块之后,便注意到后两块展板。同时,由于“禽流感”与“狂犬病”与日常生活相关,与人们的健康问题相关,因此吸引了多数参观者的关注。

动物所:参观者多是关注图片、颜色表层的的东西以及其感兴趣的动物介绍,对深层的内容关注不深。例如动物濒危程度区分及其代表动物、人为破坏因素的分类和代表行为。

在展板展示的8个主题中,只有前两个主题人流聚集较多,主要集中于前13块展板。而这两个主题就是简单的知识性介绍,其吸引之处,就是在于多种多样的动物展示图片。

地理所:经过观察发现,在“节能减排”展区,观众停留的时间较长,因为展板内容与我们的日常生活相关,并且展板设计得比较生动科学。在地理所东大厅都有和展板相关的互动展品,“节能减排”区域,有节能减排计算器;“全球变化”展区有显微镜观察树木年轮,吸引较多的观众停留观看并参与互动。观众关注度比较高的展板主要分布在这两个展区。展板设计生动、科学、趣味性高,并且现场有互动设施。

由此可以看出观众感兴趣的展板具有以下一些特征。

首先是展板内容与人们日常生活关系密切,比如真菌、眼球结构、节能减排等,但人们对这些知识又似懂非懂,有主动了解的积极性。

第二,专业术语较少的、人们能看得懂的展板。这样的展板给参观者提供了一个可以了解知识的平台,而不是高高再上无法触及的晦涩学术文章。

第三,图片比例大的展板。这些展板阅读起来一目了然、清晰明了,容易引起观众的兴趣。

第四,有互动的展板。互动是自主选择和双向选择,观众更容易寻找自己感兴趣的知识进行阅读。互动也增加了科普过程中的趣味性,给枯燥的科学内容增加了很多乐趣。

第五,艺术性高的展板。这些展板可以在第一时间吸引观众的视线,创造舒适的视觉环境,从而激发观众阅读的兴趣。

除此之外,漫画和卡通画也是受观众欢迎的风格形式。《中国科普报告2007》中《科普画廊》一文,对受欢迎风格形式进行了调查和统计,结果“以漫画卡通为主的风格最受欢迎,相反,以写实为主的风格受欢迎程度相对较低。这说明,视觉效果是科普挂图吸引人的关键。”^[7]

5 结论及建议

5.1 对“公众科学日”中展出的各所展板的总体印象

5.1.1 科学家与专业术语

展板内容设计,或多或少有科学家的参与,而科学家受各种各样条件的影响,对科学传播的认识还不充分,对阅读展板的对象的了解程度也不高,这就造成科学家与观众的对话障碍,直接表现在展板上就是专业术语和专业图片过多造成的阅读困难,展板约等于学术论文。

5.1.2 版面的单一性

参加活动的展板总数为358块,但展板的视觉设计较为单一:单一的构图方式、单一的主色调、单一的色彩饱和度。观众的视觉感受不够丰富。“千人一面”,每块展板在艺术形式上差别不大,展板的特性个性展现不够。

5.1.3 版面拥挤而无留白

在活动中可以发现,拥挤的不仅是展板与展板之间,版面上各种要素之间也非常热闹,小而多的图片、杂而浓的颜色密密麻麻挤在版面上,没有留给观众视线喘息的空间。

5.1.4 版面的视觉流程

版面各要素间的主次、大小区分不大,这就造成视觉流程不清晰的情况,长时间阅读容易产生疲劳。

5.1.5 重内容轻形式

从展板中可以看出,所有的展板都注重科学内容的知识性、准确性,但对展板的形式重视不够,这就造成了展板形式的单一。科普展板是内容与形式、科学与艺术紧密结合的展示形式,缺一不可,因此只重视展板的内容而轻视展板的形式就无法在视觉形式上引起观众的注意、吸引观众的目光、为观众创造良好的阅读视觉环境。

由此我们可以看出,科普展板的制作水平还有待进一步提高,这需要各方面积极努力。

5.2 建议

5.2.1 首先是提高各所领导对展板的认识

在展示方法不断出新的今天,特别是多媒体的出现对传统展览的形式形成很大冲击,新、奇的展示方式正吸引着越来越多人的目光,展板在展览中的地位已一落千丈,甚至越来越无足轻重。但展板的独特性是其他展示方式所不具有的,如制作简单、成本低廉、可长期展示、对设备和场地的要求较低、受众广,等等。我们可以发现,在世界发达国家的各种展览中,展板还在积极地发挥着作用,而且制作越来越精美,越来越吸引观众的目光。那么,在我们的科普展中,展板更应该被大家所重视,依靠展板的特点充分发挥展板的作用。

5.2.2 加大专业人员的培训

从活动中的展板情况可以看出,专业人才的缺失是展板制作水平不高的主要原因之一。因此培养专业的人才队伍可以迅速而有效地提高展板的制作质量。

5.2.3 增加评估环节

评估的目的并不是批评,而是发现问题,从而促进展板制作的水平。

5.2.4 增加资金支持

资金的投入是展板质量提高的又一重要因素。在所有的展示形式中,展板制作的费用较低,因此是投资回报率较高的展示方式。

科普展板的内容与形式设计还有较大的提升空间,展板整体水平的提升需要各方面力量的参与。

(本报告在数据调查整理方面,得到中科院研究生院科技传播中心08级全体研究生的帮助,特此表示感谢!)

参考文献

- [1] 王宇. 色彩意象文化的启示 [J]. 科技信息, 2008 (17): 246
- [2] 詹琰, 黄晓慧. 科普期刊 [M] //中国科普研究所. 中国科普报告 2008. 北京: 科学普及出版社, 2008: 150
- [3] 王姝. 中国科学家对科学传播活动参与度与理解度调查 [D]. 2009
- [4] 尹传红. 通俗化断想 [J]. 科普研究, 2009 (3): 79
- [5] 詹琰. 虚拟空间中的“读图时代”——技术引发的美学变革 [J]. 自然辩证法通讯, 2007 (5): 8
- [6] 王汀. 版面构成[M]. 广州: 广东人民出版社, 2000: 35
- [7] 中国科普作家协会. 科普画廊 [M] // 中国科普研究所. 中国科普报告 2008. 北京: 科学普及出版社, 2008: 209

(上接第 52 页)

中得到升华。可见,有效的科学记录是体现有效科学教育的一个方面。因此,让我们重视科学记录,利用各种策略让科学课记录更有效,从而促进学生对科学现象的理解,促进学生科学思维的发展,使学生具备更高的科学素养。

参考文献

- [1] 教育部. 科学(3-6 年级)课程标准 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001

- [2] 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
- [3] 韦钰, P.Rowell. 探究式科学教育教学指导 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2005
- [4] 萨玛·沃泽曼, 乔治·伊芙妮. 新小学科学教育 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2006
- [5] 加里·D·鲍里奇. 有效教学方法[M]. 南京: 江苏教育出版社, 2002
- [6] 艾伦·C·奥恩斯坦, 费朗西斯·P·汉金斯. 课程: 基础、原理和问题[M]. 南京: 江苏教育出版社, 2003