

教学论文

折叠结构的型式及设计要素

2009-09-09 10:04:06

叶丹 姜葳

本文发表于《2007国际工业设计教育研讨会论文集》

摘要：折叠结构的设计涉及工业设计、消费者研究、材料与制造等领域。它的设计创新与制造反映了一个国家多门学科的科技水平。由于折叠结构充分发挥了材料特性和结构效率，在日用品尤其是休闲类产品中广泛运用。随着折叠结构的不断创新，出现了许多新颖的结构型式。本文结合一些科技文献，对折叠结构进行了分类，阐述了各型式的功能特点，对其设计要素及重要领域进行分析和总结。

关键词：折叠结构、产品造型、创新设计

自然界中的生物通过改变自身形体的尺寸来满足自身生存的需要。用变小形体来达到藏身、休息和保护自己的作用；而变大形体则可以达到向对方示威、欺骗，这是物竞天择，适者生存的需要。走兽站立奔跑时所占空间很大，当睡觉时四肢卷蜷曲就占很小空间；动物四肢及鸟翼、腿骨结构都是便于伸展蜷曲的。再如鸟翅、蝙蝠翼、鱼鳍的伸展收缩；花朵从苞到怒放、萎缩、蘑菇、树的伞形；动物胸肋骨便于呼吸时扩张收缩的平行构造；蛇、蚯蚓、蚕等动物的运动……自然界里的这些现象为人类的造物行为提供了生动的示范作用，折叠构造可以说是受到这种启发的最好说明。人类为了物品的收藏和功能的需要，常常采用折叠的手段使物品在使用时得以展开，存储时收拢。日常生活中的“伞”就是典型代表。

相传伞是春秋战国时期鲁班发明的，当年鲁班造伞的具体构造我们不得而知，但从北宋时期的绘画作品中看到伞的形态和现在的伞在折叠构造上已经很接近了。进入工业化批量生产的伞在折叠构造上又发展出多重折叠，现在市场上不但有“二折叠”，还有“三折叠”，而且伞的折叠构造已被广泛应用于生活和国防的各个领域。那么何谓“折叠”？

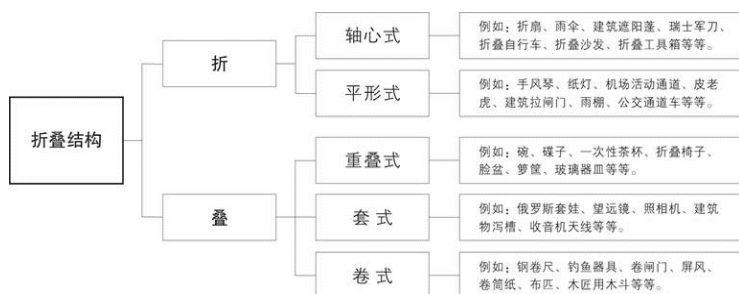
我们通常把“折”和“叠”组合成一个常用词，但仔细分析“折”和“叠”又是两个具有不同语义的词。《汉语辞典》中，折的语义有：折断、屈从、折磨、折服、夭折、弯曲、回旋、折扣、亏损、翻转等。

折同“摺”，在辞典中的解释有：① 败、毁坏；② 折叠；③ 折子，如存折、手折、奏折；④ 折叠式的，如折尺、折屏、折扇；⑤ 折叠的痕迹；⑥ 边等语义。

“叠”的语义有：① 一层加上一层，重叠；② 折叠；③ 乐曲的叠奏，如阳关三叠。由此可知，“折”和“叠”含义不同，但两者有着一定的关联。因此常常把“折叠”连在一起使用。例如，可以将一张纸反复对折，由此产生出“叠”的结果，但“叠”未必都是“折”的结果；同样，在日常生活中常把大小相同的碗叠放在一起，这就不是“折”的所为。

1. 折叠的类型

古往今来，运用折叠结构的物品造型可谓种类繁多，仔细分析这些看似千差万别的器物形态，都有其各自的造形规律，掌握这些基本规律就能触类旁通，能设计出更多完美的产品。



1.1 “折”的型式：

1.1.1 轴心式

以一个或多个轴心为折动点的折叠构造，最直观的物品是折扇，所以轴心式也称“折扇型”折叠。轴心式是最基本也是应用最多的折叠形式。有同一轴心伸展的结构，如伞、窗户外的遮阳篷；也有多个轴心的构造物（不是同一轴心），如维修路灯的市政工程车、工具箱等；还有同一轴心、伸展半径长度不同的物品；同一方向但可以上下联动的等等，在折叠童车设计上常常是多种形式的综合运用。轴心式结构的特点是构件之间在尺度关系上比较严格，在设计上要求计算准确，配合周到。轴心式是应用最早、最广也是最为经济的构造形式之一。

但再复杂的设计，不是直接通过计算得到的，往往是根据产品的功能要求和折叠特性经过多次试验，或者凭借设计师的经验才能设计出巧妙而又有效率的折叠构造来。当然待折叠构造基本确定以后，则要对折叠的各个构件进行严格的计算，才能最终完成设计任务。

1.1.2 平行式

利用几何学上的平行原理进行折动的折叠构造，典型形象是手风琴，所以平形式也称“手风琴型”。平形式可分为两种结构：一种是“伸缩型”，通过改变物品的长度来改变物品的占

教学研究

Teaching and Research

>> 教学论文 | Teaching Papers

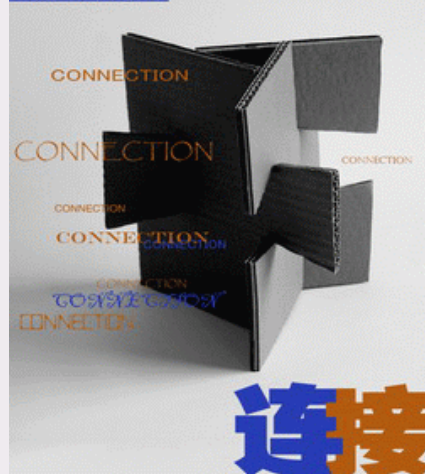
教研项目 | Teaching and research

教材建设 | Teaching materials

工作坊 | Workshop

hdu | hdu

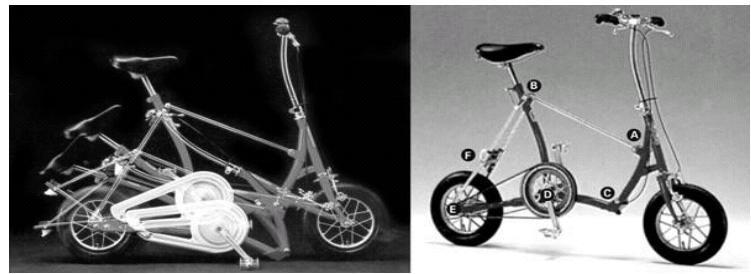
07级基础设计课题设计



有空间，如老式照相机的皮腔、气压式热水瓶等等；还有一种是“方向型”，结构上是平行的，而在运用时是由方向变化的，如机场机动通道的皮腔装置，为了能灵活对准机舱门，机动通道口必须能灵活调整角度。

平形式折叠的优点是活动灵活，易产生动感，线形变化丰富，具有律动美。相对轴心式其结构要简单的多，造价也要相对低廉，所以广泛应用在各类产品设计中。不足的是这种结构的物品如不加辅助构件，不宜定向，易摇晃扭损。

通常要使物品产生“折”动，要符合以上两个基本原理中的一个或兼而有之，否则就难以实现。例如“公交通道车”，中间的折叠部分表面上看起来是平形式，象手风琴似的，实际上它的基本折叠构造却是轴心式，是一个有轴心的转盘连接前后两个车厢。比较复杂的折叠自行车，一般会有多条折动线、多个轴心，不管结构有多复杂，都必须符合基本的几何原理，各对折动线的长度相加必须相等，否则就不能产生折叠结果。



这辆折叠自行车共有六个折动点，两组折叠结构，每段折动线的几何关系为： $AB+AC=DC+BD$ ， $BD+BF=FE+ED$

1.2 “叠”的型式：

1.2.1 重叠式

“叠”的特征是同一种物品在上下或者前后可以相互容纳而便于重叠放置，从而节省整体堆放空间。最常见的如叠放在一起的碗碟、椅子（上下重叠）、超市购物车（前后重叠）。图3是法国设计师埃塞姆设计的“谜题椅”，就是运用了群体重叠的构造。这种椅子可以横向排列，在椅脚底端与地板连接起来，适用于公共场所；也可以重叠在一起储存，适合家庭、公司会议室。



1.2.2 套式

通常是由一系列大小不同但形态相同的物品组合在一起，特征是“较大的”完全容纳“较小的”。典型产品是俄罗斯传统玩具——套娃，一种木制品，特点就是“大的套小的”，每个娃娃画上彩色图案，多是俄罗斯古典女孩形象，也有各国总统头像和俄国历代领袖头像。按照套娃娃娃个数的不同，分成5件套、7件套、12件套、15件套等等。这个玩具最能体现节约空间的“优势”：“十来个玩意”只占有“一个”的空间。在魔术表演中常用类似的表演手段，在“没完没了”的重复中产生“惊喜”的效果。（图4）



在礼品设计中如果采用这种构造，运用得巧妙同样会产生奇特效果。右页中图的尼龙灯具就是“套”的构造，每个尼龙圈的直径稍有差别，展开后就形成了“圈圈相扣”的灯罩，创造出独特的光照效果。有一种塑料旅行杯子也是采用这种结构。

“套”的另一种形态是滑动式，通过套筒的滑动来调节形体，实现一定的功能或节省空间。典型代表是望远镜、长焦距照相机，通过滑动来完成聚焦和存储的功能。

1.2.3 卷式

卷式构造可以使物品重复的展开与收拢，从造纸厂出厂的纸张和用于制作服装的坯布都是“卷”式形态。最典型的产品就是钢卷尺，其他还应用在诸如电动可伸缩的渔具、消防水管等产品上。图5是名为“线龟”的缠线器，其构造就是采用了“卷”的原理，通过“卷”电线将分散在工作台面继电气设备后面垂下来的混乱场面收拾干净。该项产品为此获得瑞士日内瓦国际发明展览会金奖。德国“古德”工业形态评奖委员会的评价是：“独特而简洁的创新”。



2. 折叠构造的功能价值

2.1 折叠构造的功能价值

现代社会中，人们的生活、工作、学习的节奏比以往任何时候要快的多，生活形态也更加多样。与人的这种生活状态密切相关的人工制品，在品质和功能上要求愈来愈精致和一物多用：一种产品往往要同时扮演多种角色。分析一下童车的用途便于理解人们对产品的要求：在家里应该是摇篮，在社区花园是儿童座车，在商场购物兼有载物功能，在风景区要能背在肩上，在路上要方便上公交车或放在轿车后行李箱中，等等。从人们对这种“多功能产品”的要求，我们可以解读出人们生活形态的多姿多彩。在不远的过去，一个木制的婴儿摇篮就能应付一切，而现在人们很少会选择单功能的摇篮。对产品的这种“多维需求”导致了设计师对产品“多功能”的追求。另一方面，在现代工业化生产、销售的过程中，除了基本的使用功能外，包装、运输、销售方式（仓储式超市）、维修、回收等等，都是产品设计中不可回避的因素。一辆童车或者一个落地电扇，在出厂包装时不可能是产品使用状态下的模样，一般都要进行分解或折叠处理，不然运输成本太高（商家把小产品大包装一类的产品称为“泡货”），运输成本直接制约着产品的市场竞争力。

所以，产品的多功能不仅是“使用时的多功能”，还包含上述各个环节的“功能”因素。折叠结构中就蕴含着“多功能”与“空间整理”的特征，把实现多种功能为一体成为可能。归纳起来有以下几方面的功能价值：

2.1.1 有效利用空间。鸟类在飞翔时的状态和栖息时就是一个展开——折叠的过程。在这个转换过程中一只鸟本身体积没有发生变化，也就是说所占的实际空间没有变，栖息时的“折叠状态”只是减少了“储藏”空间。试想一下，飞翔的展开状态怎么能躲进鸟窝或者树洞？所以，我们讨论折叠产品的“节省空间”主要是指它的储藏空间。图6由日本松下公司生产的折叠自行车，材料是轻质的金属钛，车身只有6.5公斤重。整辆车完全折叠起来后只有63.5厘米长、33厘米宽、58.4厘米高，仅占折叠前体积的1/6。放在汽车后盖箱外出行相当方便。

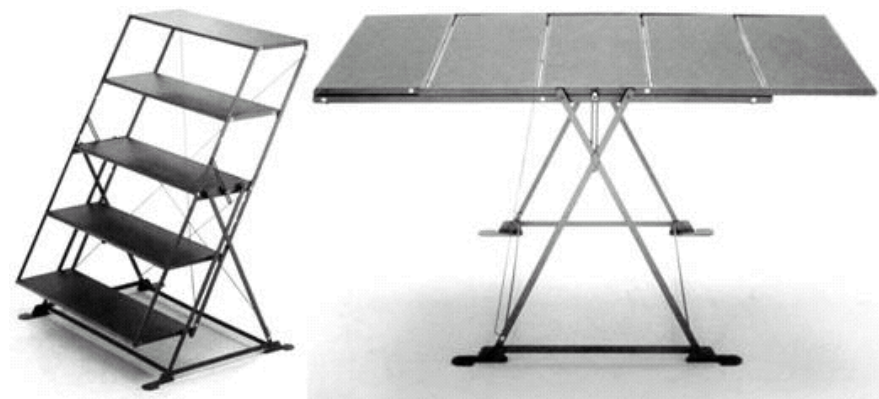


2.1.2 便于携带。最直观的例子就是雨伞。一把已经折叠过的竹骨油纸雨伞，其长度大概也要80-90公分，从古画中看到书生进京赶考肩上都要背上一把象步枪一样的雨伞。现代伞材料发生了根本性的变化——钢质伞骨、尼龙伞面，为再次折叠创造了有利条件。现在的二折叠甚至三折叠伞，其长度缩短到25公分以下，可以随意放进小包中。类似的产品有：折扇、折叠摄影用三脚架、折叠衣架等等。这类折叠产品在满足一定的使用功能外，主要考虑“便携”的特征。所以在旅游休闲产品中，“折叠”设计是很重要的元素。



2.1.3 一物多用。这一概念经常被运用在家具设计中。据心理学家研究，人的居住环境最好在一定时期内作些变化，比如起居室，沙发、书柜、桌子椅子最好在半年或一年在空间布置上作一

些变动，让长期处在室内环境中的人产生新鲜感，有利于人的身心健康。所以，家具就成了调节室内空间的道具。有一个家具设计，其双人床可以折叠在大立柜中，这样室内功能就发生戏剧变化：白天是客厅功能（床折叠在柜子中）晚上把床从柜子中放下来，那么客厅就变成了睡房。图8这件奇特的“书架桌”可以说是“一物多用”的典型之作。



2.1.4安全。现在折叠手机在整个手机款式中所占比例在75%左右，折叠手机在体积上没有多少优势，与非折叠手机相差无几。折叠手机的一个重要功能就是按键被安全的保护起来，虽然非折叠手机也有按键锁，相比之下前者还是更安全、更方便。另外，一些利器（刀、针、剪刀等）经过折叠处理后不但缩小了所占空间，而且隐藏了锋利部分，保证了携带的安全和方便。

2.1.5降低仓储及运输成本。上面提到的松下折叠自行车，出厂包装时，折叠后装入纸箱与展开状态装入的纸箱，所消耗的包装瓦楞纸用量要节约许多。运输及仓储成本，前者只是后者的1/6。从这一点上讲，折叠产品不仅仅是有效利用空间，还有效利用了资源和能源。对折叠构造的研究以及运用，对制造厂商、运输仓储、宾馆旅店以及公共空间的有效利用都有积极意义。

2.1.6便于归类管理。我们在工作学习中都有这样的体会，许多文具、五金工具工作时使用比较频繁。如能把这些具有不同使用功能的工具能分门别类的放置，就有利于提高使用效率。反之，就整天处于寻找工具的忙乱中。左页下图的这款文件包，可以将重要文件分门别类放置；到了办公室就可展开挂在墙上，查找十分方便，对于那些必须经常带着资料外出做演讲的人们尤为方便。

参考文献：

- 1.[美]亨利·佩卓斯基·器具的进化·中国社会科学出版社,1999
- 2.[日]柳宗悦·工艺文化·广西师范大学出版社,2006
- 3.张春林,曲继方,张美麟·机械创新设计·北京:机械工业出版社,2004
- 4.产品设计杂志·北京:艺术与设杂志社·2002
- 5.[美]50 CHAIRS Mel Byars. Watson-Guptill Publication New York,1998
- 6.日本のインダストリアルデザイン·精緻の構造·株式会社六耀社,1983