

基于立体几何的模块化灯具设计研究

杨晓丹¹, 刘雨佳¹, 程宝飞², 胡陈佳¹

(1.南昌大学, 南昌 330031; 2.井冈山大学, 吉安 343009)

摘要: **目的** 研究立体几何的形态构成方法, 提出灯具的模块化设计新方法。**方法** 从4类经典立体几何形态入手, 重点从模块化设计角度分析它们作为基本形对灯具造型的启发应用。**结论** 分析现代灯具模块化生产的必要性, 以此达到灯具产品更新换代快、崇尚节能环保的理念发展要求, 提出灯具模块化设计新方法和应用。

关键词: 立体几何; 模块化设计; 灯具设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)16-0123-05

Modular Lighting Design Based on Solid Geometry

YANG Xiao-dan¹, LIU Yu-jia¹, CHENG Bao-fei², HU Chen-jia¹

(1.Nanchang University, Nanchang 330031, China; 2.Jinggangshan University, Ji'an 343009, China)

ABSTRACT: It analyzes the morphological constitute methods of stereo geometry, and proposes a new method of modular design for lamps. It starts with four types of classical three-dimensional geometric shapes, focusing on the modular design from the perspective of their shape as the basic shape of the inspired lighting applications. It analyzes the necessity of modular production of modern lamps and lanterns, in order to achieve the lighting product replacement fast, advocating the concept of energy saving and environmental protection requirements, proposed modular design of new methods and applications.

KEY WORDS: Stereo geometry; modular design; lamp design

几何学是人类的语言^[1]。立体几何中的几何学在产品设计中应用广泛, 而几何学中的各种几何形态因其本身的数理美而成为产品设计的重要造型语言^[2]。无论是鬼斧神工的自然形态, 还是精妙流畅的工业产品形态, 无不与立体几何有着密切的联系。在产品造型形态量化表达的过程中, 把理性的数学与感性的艺术两门学科进行交叉融合, 使它们共为设计所用, 从而能创造出大量兼具数理美的产品。基于立体几何原理设计的灯具不仅具有几何美感, 还为灯具的模块化生产带来了极大发展。

1 立体几何概述

立体几何是三维欧式空间的几何的传统名称, 常见的立体有球、楔、圆锥、棱柱等等, 是一门研究现

实世界中物体的形状、大小与位置关系的数学学科。人们通常采用直观感知、操作确认、思辨论证、度量计算等方法认识和探索几何图形及其性质^[3]。认识立体空间图形, 不仅能培养空间想象能力、发展推理论证能力, 且能锻炼运用图形语言进行交流的能力。纷繁复杂的立体几何体经过造型方法与设计美学的处理, 最终能衍化出符合形式美法则的产品形态。

2 模块化灯具设计

2.1 模块化设计

模块化设计是以标准化模块为基本构成单元, 在使用过程中, 模块相对于传统的零部件磨损更小、更易再制造, 被认为是降低再制造难度问题和解决快速响应客户个性化需求的主要方法; 同时将这个具有特

收稿日期: 2017-01-11

基金项目: 国家社会科学基金艺术学青年项目《设计生态化的社会实现研究——基于节约型社会的视角》(12CG097)

作者简介: 杨晓丹(1975—)女, 江西人, 硕士, 南昌大学艺术与设计学院副教授, 主要从事产品设计方面的研究。

定功能的模块作为通用性的模块与其他产品要素进行多种组合,可以构成不同顾客定制的产品,以满足市场的不同需求^[4-5]。模块化设计既可以很好地解决产品设计生产成本、品格规格和制造周期之间的矛盾,又可在产品的快速更新换代,局部拆卸维修,废弃后拆卸回收等方面带来了极大便利,增强了产品在市场中的竞争力。

2.2 模块化灯具

随着灯具行业的不断发展,灯具设计越注重设计内涵。造型简洁、崇尚自然、节能化、环保化的灯具设计理念将成为未来的发展趋势^[6]。模块化灯具的出现可以大大缩短产品研发与制造周期,节约材料,同时也可减小包装体积、节约物流成本,符合现代节能环保的要求。利用已有模块制造灯具,能将设计师的创意快速推向市场进行检验。此外,在已有模块的基础上,企业可不断进行产品创新,创造出更多个性化的产品,满足客户的定制要求。

现代人在满足物质需求的基础上,对娱乐的需求表现更为明显。用户在使用模块化的灯具时,能在拼接组装的过程中,有良好的互动体验以及积极心理暗示。模块化灯具设计中不但考虑了产品的形态设计与功能设计,还结合人的娱乐心理,设计出可以供手工娱乐的环节,制作出具有独特创意的家用灯具产品。还可以在用户使用体验灯具的手工娱乐功能,获得对灯具功能与形式的理解和情境的认知,产生心理共鸣,达到放松心情作用,同时可以营造出轻松娱乐的家居生活^[7]。

3 立体几何在模块化灯具设计中的应用

在现阶段,立体几何原理已经得到了一些应用,在丰富模块化灯具领域有着重要作用。将理性的数学与创意的设计进行交叉渗透、融合,兼具美感与功能的同时,继而能产生良好的市场效益。良好的灯具产品设计可以使用户迅速地学会操作方法,快速完成操作流程,节省用户时间的同时收获动手操作的乐趣,这里提出4类不同类型的多面体来进行详细分析,力求通过数学立体几何学的途径来寻找灯具设计的新方法。

3.1 分形几何

分形几何学是一门以不规则几何形态为研究对象的几何学。因为其研究对象广泛地存在于自然界中,因此分形几何学又被誉为“大自然的几何学”,适用于描绘生长的力量。分形几何图形可以描绘大自然的生长现象,如蕨类、树皮、松果等。通过对松果种子螺旋线的研究,发现它们都是沿着两个反向旋转的交叉螺旋线生长的,有8条顺时针方向的螺旋线以及13条逆时针方向的螺旋线^[8]。8与13是斐波那契数

列的相邻数,其数值比非常趋近黄金分割率,松果种子生长螺旋线见图1。

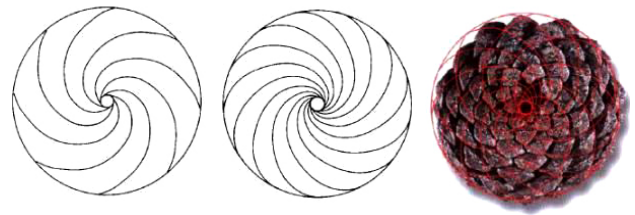


图1 松果种子生长螺旋线
Fig.1 Pinecone seed growth spiral

俄罗斯设计师 Pavel Eekra 根据松果的分形特点设计的松果灯见图2,它由56块枫木片和螺丝组成,中间没有骨架,在减小运输体积的同时,体现了几何学的魅力。灯光从层层叠叠的木片缝隙中洒出来,营造了舒适安逸的氛围,给用户安全温暖的体验。



图2 松果灯
Fig.2 Crimean pinecone lamp

3.2 柏拉图立体

在全部的三维形状中,柏拉图多面体被认为是完美的,因其每一面都为正多面形,是最有规律的三维立体。分别为正四面体、正六面体、正八面体、正十二面体、正二十面体5种^[9],柏拉图立体见图3。

欧几里得在《几何原本》中证明了正多面体有且只有5种。设绕顶点 o ,共有 m 个正 n 边形($m > 2$, $n > 2$)。因正 n 边形的每一个角为 $\frac{(n-2)\pi}{n}$,立体角的 m 个角之和为 $\frac{m(n-2)\pi}{n}$ 。但任何立体角的平面角之和总小于 2π ,故 $\frac{m(n-2)\pi}{n} < 2\pi$,因此 $\frac{1}{m} + \frac{1}{n} > \frac{1}{2}$ 。不等式只有五组解(3,3)、(3,4)、(3,5)、(4,3)、(5,3),分别对应于正四面体、正方体、正八面体、正十二面体、正二十面体^[10]。

柏拉图立体不但与天体运动、分子结构有着密不可分的联系,而且将其运用至灯具设计更是别有一番创意。Plato Design 创建了一个照明系统,其模块化设计和磁性连接允许用户定制设计来满足他们的需求,可适应不断变化的需求。TWELVE 作品集结构取自柏拉图立体中的正十二面体,内置了磁铁,可根

据用户喜好自行组合在一起进行各种配置,正十二面体模块化灯具见图 4,具有易用性的同时富有个性化。

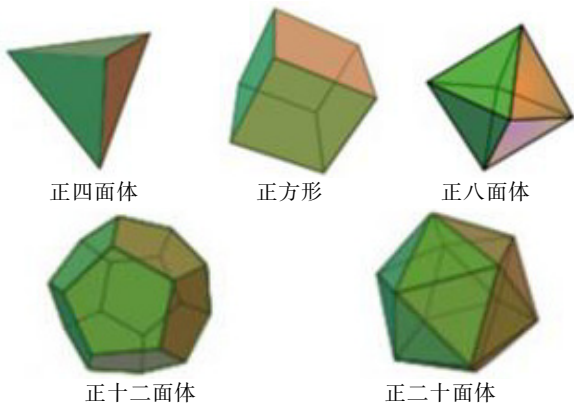


图 3 柏拉图立体
Fig.3 The platonic solids



图 4 正十二面体模块化灯具
Fig.4 D-TWELVE modular lamps

3.3 阿基米德立体

阿基米德立体的运用也同样广泛,它是一种高度

对称的半正多面体,且使用两种或以上的正多边形为面的凸多面体,并且都是从正多面体经过截角、截半、截边等操作构造。阿基米德曾研究半正多面体,故有人将半正多面体唤作阿基米德立体。将柏拉图立体的顶点截掉,就能得到 13 种阿基米德立体中的 7 种,分别为截顶四面体、截顶立方体、截顶八面体、立方八面体、截顶十二面体、三十二面体以及截顶二十面体。有两种阿基米德立方体(小斜方截半立方体、小斜方三十二面体)比较特殊,是经由柏拉图立体扩展而来。剩下的两个阿基米德多面体——扭棱立方体和扭棱十二面体,是在立方体和十二面体的各个面往外推且经扭曲,因此,从某种意义上说,阿基米德立体都是从柏拉图立体演化而来的,阿基米德立体演变过程见图 5。

Kocowisch 设计工作室的新作——中空几何体线框灯具“Kocohedron”包括一系列精确多面体形状的线框铝制灯具,由 Willem Schouten 和 Koen Coppens 设计。针对大型吊灯在白天会阻挡自然光的弊端,设计师将几何体概念带入灯具。他们没有将几何线框当作灯罩的支架,而是将光源直接固定在了线框上。这种形式的灯具充分体现了“less is more”的理念,既有一定体量感,同时内部中空又使其显得十分宽敞。这种线框的拼接方式相比面类模块化设计更显得简洁,又不失美感。其中大号镀铬中空几何体线框灯具见图 6 则是基于小斜方三十二面体的结构原理设计的。白天,自然光可以自由穿梭其中营造出一直悬浮在半空中的效果;夜晚打开灯后,灯具的阴影也显得非常繁复精美。

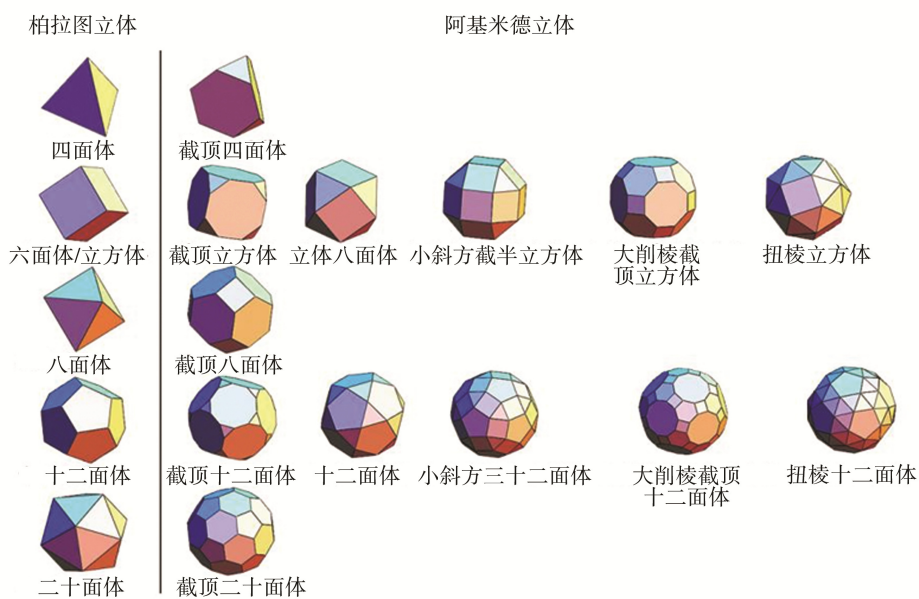


图 5 阿基米德立体演变过程
Fig.5 The evolution process of Archimedean solid

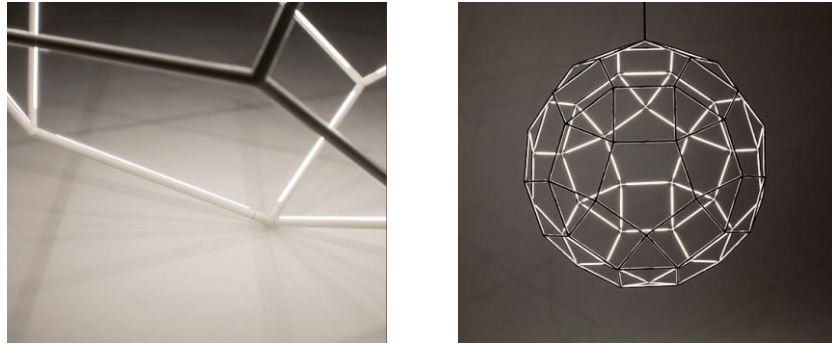




























图6 中空几何体线框灯具
Fig.6 Hollow geometric frame lamp

3.4 卡塔兰立体

卡塔兰立体是半正多面体的对偶多面体，都是凸多面体，在1865年由比利时数学家欧仁·查理·卡塔兰最先描述。与阿基米德立体不同，它们是面向传递的，而不是顶点传递的。卡塔兰立体面匀称而点不匀称，而其对偶多面体半正多面体点匀称而面不匀称。但并不是所有面向传递的多面体都是卡特兰立体，正如棱

柱和反棱柱通常不被认为是阿基米德立体，所以金字塔和梯形体通常不被认为是卡特兰立体。目前，只有两个卡塔兰立体是边均称的：菱形十二面体和菱形三十面体。有两个卡特兰立体是手性的——五角化二十四面体和五角化六十面体，这些都有两种对映体。不计对映体，金字塔和梯形体，目前共计有13种卡塔兰立体，其对偶多面体均为阿基米德立体，卡塔兰立体与阿基米德立体对应关系见表1。

表1 卡塔兰立体与阿基米德立体对应关系
Tab.1 The correspondence relationship between Cartan 's stereo and Archimedes

卡塔兰立体												
三角化四面体	五角化十二面体	三角化八面体	四角化六面体	鸢形二十四面体	五角化二十四面体	菱形三十面体	六角化八面体	三角化二十面体	五角化十二面体	鸢形六十面体	五角化六十面体	六角化二十面体
												
阿基米德立体												
截顶四面体	立方八面体	截顶立方体	截顶八面体	小斜方截半立方体	扭棱立方体	三十二面体	大削棱截顶立方体	截顶十二面体	截顶二十面体	小斜方三十二面体	扭棱十二面体	大削棱截顶十二面体
												

新西兰设计师 David Trubridge 设计的种子系列灯具见图7，将一个完整的灯具分成61个单元部件，这种灯具套件的包装缩小至约为1/40体积相同的组装灯的大小，最小化总重量和减少货运空间，为地球环保事业做出贡献。而他使用的结构便是卡塔兰立体中的五角化六十面体，将每面单元形抽象为枝丫元素图形，彼此用小夹子连接。柔和的光影散发出来，彰显出理性的几何学中艺术的美。

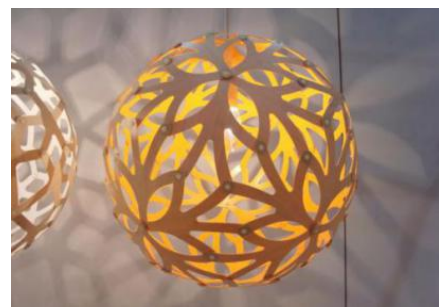


图7 种子系列灯具
Fig.7 SEED system lamps

4 结语

运用立体几何原理的灯具产品设计, 在看似极其理性、充满数学原理的背后, 却又是充满美学感性的设计之体现^[11]。模块化灯具当前在运用普及时, 也在探索其更合乎人的审美心理的产品造型。这里从立体几何学原理的讨论, 希望能对此提供思考与借鉴。

参考文献:

- [1] Elam K. *Geometry of Design: Studies in Proportion and Composition*[M]. New York: Princeton Architectural Press, 2001.
- [2] 张鹤. 立体几何教学内容与教学方式的变革[J]. 中国民族教育, 2007(9): 34—36.
ZHANG He. Teaching Contents and Teaching Modes of Stereoscopic Geometry[J]. *Ethnic Education of China*, 2007(9): 34—36.
- [3] 黄穗, 汪利. 浅析几何学与产品造型设计之关系[J]. 艺术与设计, 2011(1): 192—194.
HUANG Sui, WANG Li. Brief Analysis of the Relationship between Geometry and Product Model Design[J]. *Art and Design*, 2011(1): 192—194.
- [4] 王乾. 关于工业灯具中模块化设计的探讨[J]. 灯与照明, 2014, 38(4): 47—48.
WANG Qian. Discussion on Industrial Lamps in Module Design[J]. *Light & Lighting*, 2014, 38(4): 47—48.
- [5] 刘志, 李帮义, 程晋石. 基于模块化设计的制造/再制造生产决策[J]. 计算机集成制造系统, 2016, 22(4): 935—944.
LIU Zhi, LI Bang-yi, CHENG Jin-shi. Production Decision of Manufacturing/Remanufacturing Based on Modularity Design[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2016, 22(4): 935—944.
- [6] 韩超艳. 简约设计理念在灯具产品中的应用[J]. 包装工程, 2014, 35(2): 101—104.
HAN Chao-yan. Application of Brief Design Concept in Lighting Product[J]. *Packaging Engineering*, 2014, 35(2): 101—104.
- [7] 游佳丹, 黄蜜. 基于用户体验的家用灯具设计研究[J]. 包装工程, 2011, 32(8): 115—119.
YOU Jia-dan, HUANG Mi. Research on Home Lighting Design Based on the User Experience[J]. *Packaging Engineering*, 2011, 32(8): 115—119.
- [8] 金伯利·伊拉姆. 设计几何学——关于比例与构成的研究[M]. 北京: 知识产权出版社, 2013.
IRAM Kimberly. *Design Geometry: Research on Proportion and Composition*[M]. Beijing: Intellectual Property Publishing House, 2013.
- [9] 斯蒂芬·斯金纳. 神圣几何[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2013.
SKINNER Stephen. *Sacred Geometry*[M]. Changsha: Hunan Science and Technology Press, 2013.
- [10] 汪晓勤. 柏拉图立体[J]. 中学教研, 2003(8): 67.
WANG Xiao-qin. The Platonic Solids[J]. *Teaching Research for Secondary*, 2003(8): 67.
- [11] 李昊宇. 几何与设计: 探索另一种设计方法[J]. 装饰, 2016(9): 104—106.
LI Hao-yu. *Geometry and Design: Exploring Another Design Method*[J]. *Zhuangshi*, 2016(9): 104—106.