

物体形状之奥秘



江苏科学技术出版社

物 体 形 状 之 奥 秘

黄炳荣 楼书聪 曹载萍 编著

江苏科学技术出版社

物体形状之奥秘

常炳荣、姚书菊、王毅、周 编著

出版、发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：溧水县印刷厂

787×1092毫米 1/32 印张 4.625 字数 104,000

1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷

印 2-4,000册

ISBN 7-5345-0502-X

Z·76

定价：1.35元

责任编辑：王永发

前 言

大千世界，森罗万象，各种物体总以其形而显其身，千姿百态，令人叹为观止。无论是天然存在的物体，抑或是人工制成的物体，它们为什么是那样的形状，而不是别的什么形状，是各有其原因和道理的。笔者编写这本书，就是想和读者一起，来探索个中奥秘。

物质世界的各种物体从远古石器时代的石刀、石斧，到现代的火箭、宇宙飞船；从精密微型仪表，到大型船舶、飞机，无一不具有一定的形状。这种形状，却都反映了大自然的客观规律，记载了人类的智慧和科学发展的痕迹。

许多形状，人们习以为常；有的形状，则又百思不得其解。不但小孩会提出有关物体形状的问题，就是成年人也常常面临一大堆难以回答的为什么。

物体在外形、长短、大小等方面的差异，反映了事物本身的千差万别，说明了物质世界的无限多样性。有关物体的形状涉及到数学、物理学、化学、生物学、建筑学、材料力学、结构力学和机械学等等多方面的知识。在这本小册子中，我们不想涉及数学或有关学科很深的专业知识，而仅仅是围绕一些最常见的或有代表性的物体的形状，用浅显的道理，说明这些形状的特点，为什么要做成这个样子。以实际例子为主，辅以一些简单的理论知识，力图引起读者对此课题的兴趣。笔者认为，读者若能以此书为起点，继续深入钻研物体的形状，定能大大开阔自己的视野，并对生产劳动和技术革新有所裨益。

目 录

前言

一、美丽吉祥的圆	1
1. 大漠孤烟直，长河落日圆	1
2. 镜子、雨伞传奇	7
3. 门当户对	11
4. 车轮今昔	13
二、的溜溜的球	16
1. 球的奥妙	16
2. 轴承中的滚珠	18
3. 水珠的启示	19
4. 日常生活中的半球形物体	22
5. 半球形的近亲	23
三、容器形状杂谈	29
1. 牙杯的学问	29
2. 圆柱形容 器还有什么优点	32
3. 圆柱形容 器的变型	34
4. 怎样的容器排列最紧密	37
5. 漏斗的妙用	39
6. U形管和茶壶	41
四、肩负重任的梁架	43
1. 竖放好，还是平放好	43
2. 怎样的横梁最理想	44

3.精打细算的钢架	45
4.更上一层楼	47
5.细细麦杆顶千斤	51
五、架石飞梁尽一虹	54
1.最早的拱形结构	54
2.小材大用的石拱桥	57
3.空腔式石拱桥	59
4.双曲拱桥	61
六、从斯芬克斯之谜说起	64
1.斯芬克斯之谜	64
2.不倒翁	64
3.几只脚最好	67
七、运动物体的形状	70
1.风筝	70
2.向鸟类学习	72
3.机翼的秘密	74
4.流线型	78
5.气球和飞艇	80
6.竹蜻蜓和螺旋桨	83
7.球鼻船和破冰船	86
八、省力的工具	90
1.菜刀和斧头	90
2.剪刀和杠杆	95
3.省力与速度的矛盾	100
九、扩大表面积的形状	102
1.散热与吸热	102
2.表面积的大小与发射药的制造	107
3.内外有别	110
4.灯笼的秘密	112
5.为了加快化学反应速度	114

6. 鞋底与轮胎	115
7. 减轻负担	117
8. 乒乓球拍	120
9. 打雨伞的绝缘子	121
十、什么形状最合适	123
1. 实用定形状	123
2. 造型要方便	126
3. 长短和大小要适宜	128
4. 材料与形状	129
5. 位置与形状	133
6. 黄金分割律	135
7. 仿生力学	140
8. 一切得经过试验	145
9. 几多形状活几何	146

一、美丽吉祥的圆

1. 大漠孤烟直，长河落日圆

古代的印第安人把圆看作是美的象征。在欢乐喜庆的节日，大家围成一个圆圈，手执圆形藤圈翩翩起舞，相沿成习，流传至今。当今国际体操竞赛中也把圆形的藤圈作为规定的比赛用具之一(图1)。

公元前 6 ~ 5 世纪创立的佛教对圆崇拜倍至。教徒修行须臻“功德圆”，死后又称“圆寂”。这种对圆的崇拜反映在佛教图画中，特别在壁画中，佛像头顶上都有圆形佛光(图2)。它不仅是光明吉祥的象征，也体现了佛教徒对美好未来的向往。

国际奥林匹克运动委员会用五个互相连接的圆环作为会



图1 手执藤圈的体操



(1)



(2)

图2 佛象头顶上的圆形佛光

(1) 云冈石窟第二十窟的大佛

(2) 龙门第四窟中的佛象

旗的旗徽(图3)。这是一面白色无边旗，五个圆环的五种颜色自左至右分别为天蓝、黄、黑、草绿、红。如用单色，则规定用不同的线条和小点表示：自左至右第一个圆环用水平平行线，第二个用小点，第三个用黑色涂满，第四个用从左至右下斜平行线，第五个用

垂直平行线。五个环象征着五大洲人民的团结以及全世界运动员以公正、坦率的比赛和友好的精神在奥林匹克运动会上相见。

圆还渗入了人类的文字。中文“日”字是由象形文字圆中加一点“☉”变来的。无论是早期的腓尼基字母(公元前1500年就使用了)(图4)，或后来的拉丁字母、希腊字母和斯拉夫字母，都把圆作为字母中的一个。



图3 奥运会会旗

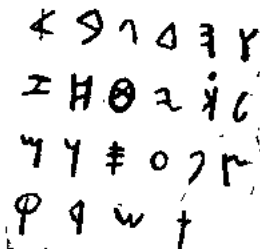


图4 腓尼基字母

“0”也是十个阿拉伯数字中的一个，这就是零。1、2、3、4、5、6、7、8、9、0，我们称之为阿拉伯数字，但却是印度人发明的。在公元900年左右，阿拉伯人从印度学来两种数字，一种叫做“印度数字”，一种叫做“尘土数字”。当时，东部阿拉伯人采用印度数字，西部阿拉伯人采用尘土数字。后来，尘土数字由阿拉伯商人通过摩洛哥、西班牙传入欧洲。由于它的书写和使用方法比当时已有的其他方法都要优越得多，所以逐渐代替了欧洲人使用的罗马数字，并被世界各国所采用。因为它是由阿拉伯传播来的，影响所及，人们就称为阿拉伯数字，而阿拉伯国家本身，现在却大都使用另一种印度数字。

圆还是古代炼金术士用来表示“元素”的一个符号，以圆形表示金，象征金色的太阳和完美（图5）。

圆还出现在人类的货币中。在我国，最早使用的货币大概是贝壳。最早的金属货币是布币和刀币（图6）。到东周

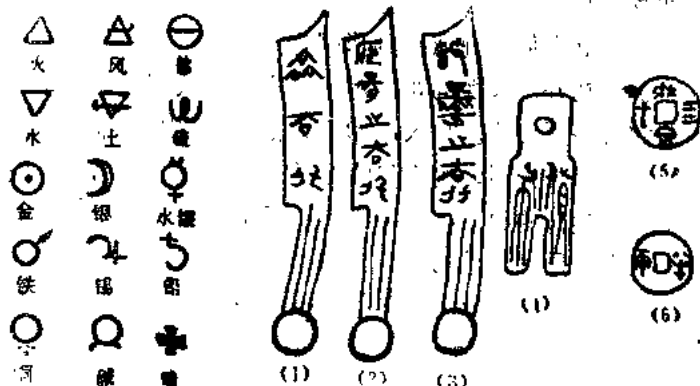


图6 战国货币(1—3)和秦汉货币(4—6)

图5 炼金术士的符号

(1)齐宝货，(2)安阳之宝货，(3)即墨之宝货，(4)货布，(5)王莽始建国钱，(6)秦钱

晚期（约公元前3世纪中叶）开始使用铜钱。当时的铜钱就是圆形的，中间铸有圆孔。到秦朝，中间的圆孔改为方孔，人们用外圆代表茫茫苍天，以方孔代表四方大地，表达“天圆地方”之意。在铜钱的中间铸孔，不仅便于串带携带，而且在加工工艺上是为了便于把铜钱的周边修光。在古代制钱时，先是把铜熔化了，然后浇铸成型。这样得到的铜钱，它们的轮廓往往是不整齐的，为了使铜钱的周边整齐，就必须用磨刀石来修整。如果是一枚一枚地来磨，就很费时。为了节省时间，人们在铜钱的中间开一个方孔，把许多铜钱串在一根方木条上，两头夹紧，修磨时铜钱就不会转动，这样就可以很方便地把铜钱的圆边磨光。在这件小事情上，也充分显示了我国古代劳动人民的智慧和才能。

圆形的金属钱币不仅便于清点，也便于重叠，所以几千年来造型几乎没有变化。清末使用的铜钱依然是外圆内方。民国初年使用的银元也是圆形的，就是现在使用的分币也仍然是圆形的。其他国家也是如此。

为什么人们如此喜爱圆形呢？

混沌初开，人类的祖先对茫茫宇宙的认识，就是从认识太阳和月亮开始的。白天，仰望天空，首先映入眼帘的是那个圆火球——太阳。她不仅给人类带来了光明和温暖，而且也是万物生长的源泉，人类生存的根本。因此，在人们心目中的太阳就是大自然的象征。在晴朗的夜晚，一轮明月当空，洒下柔和的清光，驱散那笼罩大地的黑暗，陪伴着人们迎接新的一天的到来。无疑，她给人们带来了无限美好的遐想。在科学技术不发达的原始时代，人类的生存，在某种意义上可以说，是完全依赖于大自然的。因此，对大自然——特别是对太阳——十分崇拜。

另外，生物体的形态通过进化规律和各种自然力（如压力、重力、摩擦力、阻力、应力等）的筛选，人类本身和自然界的许多生物均具有圆形结构。例如人的头部和躯干是近似圆柱形的，胎盘、乳房、乳头等器官是按圆形要素构造的，眼球近似球体，关节本身就是一种圆形结构。植物的茎杆、枝叶是圆形的，许多果实是圆球形的，等等。因此，圆形是人们最为熟悉的结构，理所当然，它成为人们最喜爱的形状也就不足为奇了。

随着时代的进步，人们的审美水平也在不断提高。人们发现，圆周线首尾衔接，线条流畅，处处平滑，圆形的形体饱满，比起其他形体，它包含最大的空间。圆形的这些特点，经人们以丰富的联想，产生了美感。因此，在日常生活中，人们常把许多物件做成圆形的，例如圆凳、圆桌、团扇、棋子（图7）等等。无疑，这是取圆形之美以丰富生活的情

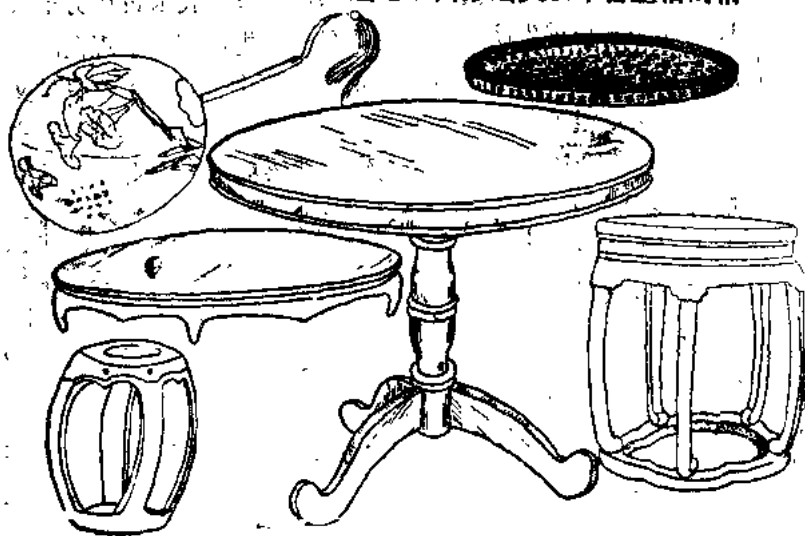


图7 各种圆形物件

圆。但是，象在农村中使用的晒箕、米筛等做成圆形，则不仅取其形象美，而且还充分利用了圆形的几何和力学特性。根据初等数学中的极值原理，相等周边的各种平面图形中，圆形的面积最大。因此，圆形物件不仅其盛物的容量最大，而且也省料。圆周曲曲相通，处处平滑，从力学角度来看，不仅耐压而且应力容易分散，无集中点，因此圆形物体最牢固耐用。

圆周上的任意对称的两点，其中心点始终在圆心上。纽扣做成圆形，就是利用了这个性质。纽扣中心用线钉住，不管纽扣的方向如何，纽扣都能自如地通过纽扣。其他形式的纽扣，只不过是圆形的变种而已。

仔细观察周围的物体，类似的例子举不胜举！

但是，要你徒手画出一个标准的圆来，恐怕就不怎么容易。所以有句古语：没有规矩无以成圆方。我国古代劳动人民在几千年前就发明了画圆的工具——规，相当于现在的圆规。“规”这个字在商代（公元前十六至十一世纪）的甲骨文中的写法，很象一个人手拿圆规在画圆。在山东省嘉祥县境内，至今还保存着的汉代建筑武梁祠中，有女娲氏手执规，伏羲氏（注）手执矩的石刻图象，（图8），足见我们的祖先发明作圆工具之早。



图8 拿规的女娲和拿矩的伏羲

注：女娲、伏羲均为我国古代传说中的人物。矩是画直角的角尺。

2. 镜子、雨伞传奇

在古代，人们利用平静的水面下的倒象来看自己的容貌。传说，苏州灵岩山馆娃宫后花园中的吴王井，是供春秋时期越国美女西施梳妆时作镜子用的（图9）。



图9 西施梳妆图

在我国历史上，长期使用的是铜镜，它用青铜制造。我国古书中最早有关铜镜制作的记载是《周礼》中的《考工记》。据郭沫若先生考证，《考工记》是战国时的著作。青铜受到空气中多种物质的作用，易失去光泽，甚至生成铜绿，镜面变得模糊不清。为了保持镜面光亮，可以照人，就必须经常要研磨。“磨镜”即由此而来。“磨镜磨剪刀”也就成了磨刀人招徕生意的吆喝。我国的铜镜大约流行了2000年之久。其中以汉代的铜镜质量为最好。汉武帝（公元前140～公元前88年）曾设“尚方”（古代机关名称）来监制铜镜的制造。所以在铜镜上常铸有“尚方作镜真大好”之类的句子。铜镜的正面平滑光亮，边框和背面常铸上文字和图案作为装饰（图10）。

玻璃问世之后，人们利用“银镜反应”在玻璃上涂上一层银，再涂上一层红漆作为保护，制成现在常用的镜子（图11）。由于银子是国际货币，来之不易，现在人们又制成了“铝镜”。将洗净的玻璃放在真空镀膜机中，将铝加热，铝蒸气粘附在玻璃上就成为铝镜。

人们常把镜子做成圆形，究其原因，主要是人的头部呈



图10 虢国青铜镜

椭圆形，面孔映在其中恰到好处，何况圆形又是团圆和幸福的象征呢。

日常生活中经常使用的笠帽（图12）和伞，也是圆形（圆锥形）的。



图11 玻璃镜子

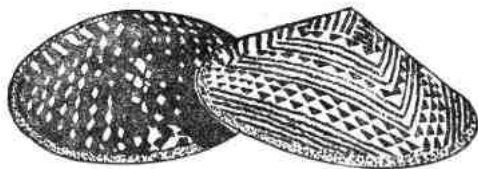


图12 广西黑锦斗笠

古时候，人们为了遮阳或挡雨，随手把路边的大植物叶子摘下来顶在头上。有这样一首词：“乘彩舫，过莲塘，棹歌惊起睡鸳鸯。游女带花偎伴笑，争窈窕，竞折团荷遮晚照。”最后一句写的是游女们争相采摘圆形的荷叶顶在头上，来遮挡傍晚时候的阳光。但是，大的叶子不是经常有的，而且容易枯萎，不能长期存放，下次要用时就得重新再找，很不方便。有人就把许多叶子铺在一起，用竹篾夹住，小叶子变成了大叶子，这就是笠帽。古诗词上就有“青箬笠，绿蓑衣，斜风细雨不须归”的佳句。箬，就是竹叶。箬笠就是指用竹叶编成的笠帽。直到现在，笠帽在一些农村还在使用。一般地，人们把笠帽做成圆锥形，这样不仅能使身体处于笠帽的中心，有效地防止雨淋或烈日曝晒，而且省料和耐用。

无疑，笠帽是一件有益于人类的生活用具。但在不用时，因其体积大，携带和存放均不方便。这样，可以折叠的雨伞就应运而生了。

在我国，很早就使用伞了。古代帝王使用的伞叫华盖。古书《器物总论》上说：“华盖乃张帛为之，有颜题黄屋，天子盖也。”盖就是伞。而华盖在黄帝时代（距今约4500多年前）就有了，古书《古今注》上说：华盖“黄帝所作也，与蚩尤战于涿鹿之野，常有五色云气，金枝玉叶，止于帝上，有华葩之象，故因而作华盖也。”

据民间传说，伞是春秋时代的鲁班发明的。当鲁班成为建筑上的名匠以后，一天，他的妻子对他说：你能不能为人们造一个可以活动的凉亭？凉亭，就是设在路上专供过路行人歇脚避雨遮阳用的亭子。于是鲁班就根据亭子的形状造了一把雨伞，把雨伞撑开就是一个可以随身携带的凉亭。

伞不仅可以用来挡雨遮阳，而且在某种特定情况下还是

官阶和权威的象征。在我国古代，任何一个官吏的官阶都可以根据他头上打的伞是双层还是三层来判别，四层伞只有皇帝才能享受。在日本，天皇在公开场合露面时总有一个持伞者陪同，甚至现在，当天皇在宫廷中浇花种草时，还总有一个持伞者站在他旁边。在公元前885~860年期间的伊拉克尼尼韦宫里的石膏浮雕上，刻有亚述统治者尼姆罗德在他战车里的情景：在他的背后站着一个奴隶，手里拿着一把可以折叠的圆锥形的伞。在古埃及的艺术品中则可以看到法老在伞下面举行即位仪式。在缅甸，白色的伞只有国王和神圣的白象才能使用。国王除了有其他头衔之外，还自称是“巨伞君王”。在中世纪的天主教堂里，伞成为一种权威的象征，到现在，伞还是教皇的仪仗之一。

经历了漫长的岁月，制伞的材料几经变革，但它的外形几乎没有丝毫的变化，伞面依旧是圆形的。为了使



人能处于伞的中心，国外有人曾经制造过把伞柄装在伞的左右两侧的雨伞。

图13是现在使用的雨伞。

图13 现在的雨伞

伞的特点是用时可以撑开，不用时可以折叠起来，当然比笠帽要方便。但是使用时必须用一只手拿着，这就使撑伞的人少了一只可以做其他事情的手，从这点上看，它就不及笠帽了。为此，有人曾设想，把笠帽可以戴在头上不用手拿、而雨伞遮雨面积大的优点集中起来，制成一种“帽式伞”（图14），这样就可以把撑伞的手解放出来了。把伞用夹伞背带夹在背上的商品已经问世。图15是1985年在联邦德国纽伦