

中国古灯具中的物理学原理

申莉华



我国古代灯具,从考古发现的实物看,至少有几千年历史。当人类开始用火时,就发现火能发出光和热,可以用于照明。早期人们用篝火照明,后来才发明火炬。最初的“烛”字,指的就是火炬。因火炬不易控制,人们便开始探索新的照明方法。

经过实践,发现油和蜡是性能较好的照明燃料,后来又发明了灯具。通常,人们把以油为燃料的灯具叫做灯盏,把以蜡为燃料的灯具叫做烛台。灯在古代也称“登”或“镡”。《雅尔·释器》说:“瓦豆谓之登”,《楚辞·招魂》说:“兰膏明烛,华镡错些”。由此可见,灯的形制可能是从生活器皿“豆”演变过来的。最初人们或许借用瓦豆作为灯具照明,渐渐瓦豆也就演变成灯具了。

本文不探讨灯具的发明与演变,以及灯的燃料和灯具材料的物理性能,只是从古代几种特殊灯具的结构上去讨论其中蕴含的物理学原理。

多枝灯——眸若云停,烂已星布

多枝灯始于战国,它是以灯盏的多少来称呼的。如1976年在河北平山中山王墓出土的十五枝铜灯,就是战国时期的多枝灯。它有一个圆形灯座,中心竖立一根笔直树干,树干从不同方向向上伸出弯曲的树枝,每一树枝顶上置一灯盏,树枝左右对称、层层上升、交错排列。这种灯的特点是亮度高,照射范围广,多盏灯同放一处占用空间少,点灯熄灯省时省力。

聪明的古人通过提高光源位置增加照明范围,通过增加灯盏数量改善居室照明。多枝灯就是根据这些经验性的物理常识而发明的。多枝灯的灯盏数量由几个到几十个不等,从现有的出土文物看,最多的达29盏。



图1 无烟灯

无烟灯——取光藏烟,融洽甄流

前面已经提到,我国古代灯具所用燃料主要是油和蜡,这些燃料在燃烧时会产生烟,烟中有烟炱,

不仅会给居室里带来难闻的气味,而且会将房屋及室内物品熏黑。为了解决这一问题,古人发明了无烟灯(图1)——灯。“ ”是指中空的管状物,顾名思义,灯就是一种带烟管的灯。它起源于汉代。

灯的大体结构是:灯上方有一罩,下方有闭合空腔,空腔中盛水,用弯管将灯罩与空腔连接起来。其“导烟去炱”的原理是:灯被点亮以后,产生的缕缕青烟收入灯罩,经弯管进入灯底空腔,于是烟中颗粒溶入水中,从而达到减少室内污染的目的。

省油灯——注水窍中,省油之半

省油灯最早产生于唐代。1942年,我国四川邛崃窑遗址出土过唐代省油灯(现藏于四川大学博物馆)。英国学者李约瑟称,唐宋时期的省油灯,是蒸馏冷凝水与蒸汽循环系统这一现代技术的最早预示。



图2 省油灯结构图

省油灯(图2)是在一般灯盏下加一夹层做成,又叫夹灯盏。夹层留一小孔,从小孔把水注入夹层,用以降低油的温度。我们知道,油灯灯盏浅、面积大,加之灯被点燃后,发出的热量会使灯油升温而加快其蒸发速度。降低油温,就会减少蒸发,从而达到省油的目的。省油灯就是以此为初衷而发明的。宋代诗人苏轼在《陆放翁》中写道:“书灯勿用铜盏,惟瓷盏最省油。蜀中有夹瓷盏,注水于盏唇窍中,可省油之半”。由此可见,古人对灯具的热学性能是了解的,铜传递热量快,接触灯焰的铜盏会把灯焰的热量传给燃料,使燃料蒸发加快。而瓷是热的不良导体,加之夹盏中的水不断把油的热量带走,就使油的蒸发得到有效控制。

省油灯的蓄水腔也有设置在一侧的,如1971年在辽宁北票水泉一号墓出土的辽代青瓷摩羯灯,其水腔就设置在一侧。当然,它并不如夹瓷盏省油。

走马灯——车驰马骤,团团不休

走马灯产生于何时,尚无定论,但北宋已很普遍。英国学者李约瑟认为,走马灯是中国古代最早

利用热气流产生机械旋转的装置。

走马灯的结构和工作原理(图3)是:在一个或方或圆的灯笼里置一轮,轮正中直立一轴,轴的中部沿水平方向安装三四根细铁丝,每根铁丝的顶端粘有剪纸或纱绸等制作的各种人物、车马与动植物图案等,轴的下方放一蜡烛。使用时点燃蜡烛,烛焰上部空气遇热后变轻向上升腾。于是,火焰下方的冷空气补充过来,如此循环形成稳定气流,这种气流推动中轮旋转,于是灯中图案也随之转动。从灯纸外看,可以观赏到旋转着的影像。



图3 走马灯原理图

古代走马灯,图像以人、马居多,故而得名。《燕京岁时记》对走马灯有过形象的描述:“走马灯者,剪纸为轮,以烛嘘之,则车驰马骤,团团不休,烛灭则顿止矣。其物虽微,颇能具成败兴衰之理。上下千古,二十四史中无非一走马灯也。”难怪宋代诗人姜夔看过走马灯后深有感触地说:“纷纷铁骑小回旋,幻出曹公大战年;若使英雄知底事,不教儿女戏灯前。”

反光灯——明无不见,照察纤微

汉代灯,大多有弧形片。如蜚声中外的长信宫灯,该灯就有两片弧形屏板嵌于灯旁盘壁凹槽中。弧形屏板是可以转动的,这样不仅挡风,而且可调节照射方向和亮度。

我们有时需要调节光源的照射方向和照明范围,比如看书,只要能照亮书本就行了,这时偏离书本的光能是浪费的,有时还会影响他人。另一方面,油灯或烛光亮度低,如果把偏离书本的光能用于照亮书本,就提高了灯的照明效率。长信宫灯的弧形屏板就起到了这种作用。当然,长信宫灯还不是反光灯,但已初具雏形。

1990年,辽天庆元年(公元1111年)韩师墓(位于河北宣化)壁画上的一盏灯,被考古学家们命名为“高擎荷叶反光灯”。该灯有五足圆形灯座,擎柱立于底座中央,两侧斜出两枚叶状饰片,柱顶以托盘承灯盏,盏中立柱,炷端灯火已经点燃。擎柱上部分出一枝弯杈,撑起一片圆形荷叶,叶面向下偃俯,叶心正对灯火(图4)。经学者们研究,灯侧的圆形荷叶就是用来反射光线的,其反光功能显然比汉代灯的灯罩弧形片好。

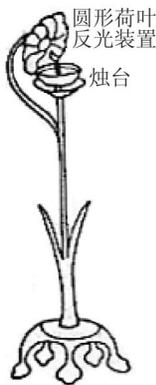


图4 荷叶形反光灯

无独有偶,《红楼梦》第五十三回也写道:“每席间竖着倒垂荷叶一柄,柄上有彩烛插着。这荷叶乃是洋氈珞琅活计,可以扭转向外,将灯影逼住,照着看戏,分外真切”。

孔明灯——掷烛腾空,诸葛还魂

孔明灯相传是三国著名军事家诸葛亮发明的。他在临死前设计了一盏灯,即在纸笼下装一盏油灯,用燃着的油灯来加热纸笼内的空气,使纸笼升入空中。诸葛亮死后,其下属照此办理,将这盏灯在夜晚升起。迷信的敌人见到这种灯后,误认为诸葛亮再现于世,不敢轻举妄动。所以后人把这种灯叫做孔明灯。用现代语言描述,孔明灯就是一种微型热气球。

简单的孔明灯,可用一个下端开口的圆柱形纸筒制作。纸筒开口端用铁丝束一十字架,架上放灯油或松脂。灯被点燃后,产生的热量将纸筒里的空气加热,纸筒内大部分空气膨胀后排出筒外。此时,纸筒(含筒内空气)比重小于空气比重,纸筒在空气浮力作用下升入空中。

五代时有一个叫辛七娘的,在作战中用竹篾扎成架子,糊上纸,做成灯笼,下面用松脂点燃,使灯飞向天空,作为军事信号。这种灯当时叫“松脂灯”,它就是孔明灯。从功能上看,孔明灯是一种信号灯。

但到了明代,孔明灯逐渐变为一种供节日期间玩赏的娱乐灯具。

综上所述,中国古灯具曾有过灿烂辉煌的岁月,随着电光源照明灯具的发展,它们逐步从历史长河中消逝。但是,先民们的智慧,“既明远理,亦弘近教”,却是“永作式与将来,跨千载而弗坠”的。

(湖南邵阳学院理学与信息科学系 422004)