

青少年美育丛书

于培杰 许临星 / 主编

谭坤 冷世俊 / 著

ZHIHUI SHIJIE DE ZHUIXUN—KEXUE MEIYU

智慧世界的追寻 ——科学美育

山东教育出版社



青少年美育丛书

于培杰 许临星 主编

智慧世界的追寻

——科学美育

谭 坤 冷世俊 著

山东教育出版社

1997年·济南

青少年美育丛书
于培杰 许临星 主编
智慧世界的追寻
——科学美育

谭 坤 冷世俊 著

出版发行：山东教育出版社
地 址：济南市经八纬一路 321 号

出版日期：1997 年 9 月第 1 版
1997 年 9 月第 1 次印刷
印 数：1—5000
用纸规格：787 毫米×1092 毫米 32 开
5.375 印张 4 插页 111 千字

制版印刷：山东人民印刷厂

书 号：ISBN 7—5328—2426—8/G·2248
定 价：6.50 元

序 言

青少年朋友，当你仰望蔚蓝的天空，连同那变幻万千的五彩云霞；当你俯视碧蓝的大海，连同那忽隐忽现的桅杆白帆；当你聆听贝多芬的交响曲，为乐曲的磅礴气势所震撼；当你观赏达·芬奇的绘画，被画面的绚丽色彩所陶醉，你一定会心潮翻滚，激动不已。你想表达自己的感受，却又找不到恰当的言词，于是情不自禁地喊道：“美啊，太美啦！”

人类的确生活在美的世界之中。

美，在热情地拥抱着我们，默默地熏陶着我们；而我们，也在尽情地享受着美，执著地追求着美。

美的心灵，美的仪表，美的行为，美的语言，美的环境，美的艺术，美的科学，离开了这些，人类的生活还有什么意义呢？

美与人类同在！

光华灿烂的青少年时代，美更是不可缺少的生活内容，她像乳汁一样，哺育着青少年在愉悦欢欣的心境中健康活泼地成长。

两千多年前，我国第一位大教育家孔子就十分重视审美教育。他把诗歌和音乐列为教学内容，以提高弟子（学生）在

艺术美方面的修养，他本人也是一位了不起的诗歌鉴赏家和音乐家。在西方的古希腊，儿童从7岁就学习音乐、美术、诗歌和戏剧；稍大，就接受体育教育，学习赛跑、跳跃、角力、掷铁饼、掷铅球等项运动，使少年们练出最结实、最健美、最健康的身体。古代人们尚且如此重视美在教育中的作用，拥有高度文明的现代人有什么理由忽略她呢？

徜徉在美的大千世界——了解美的原理，培养美的素质，创造美的生活，领略美的艺术，你将获得无穷的乐趣。

美的领域和整个世界一样浩瀚，似在反衬着人类个体眼界的狭小；美的步履与人类的历史同样漫长，似在映照着人类个体生命的短暂。一个人即使将毕生精力全部用于美的观瞻活动，也无法浅尝美的对象之万一。仅这一点，就足以令人叹息了。

然而，当我们将自己的美学修养提到相当的高度时，就会觉得在同样的时间内能够从客观世界中获取更丰富的审美信息和更深厚的审美意蕴。这岂不是等于在美的领域中扩大了自己的身躯，在美的历程中延长了自己的生命吗？“登泰山而小天下”，古人的见解给我们的启迪是深刻的。

要发现美，就得拥有“感受音乐的耳朵，感受形式美的眼睛”（马克思语）。而这，只能来自后天的训练。要达到这个目标，需要攀登无数层阶梯。

青少年朋友们，倘若这套“美育丛书”能成为你登上美的殿堂的阶梯中的一块踏板，那么作者就能品尝到足够的欣慰与荣耀了。

于培杰 许临星

1996年12月

开 篇 语

当学者们站在新的时代高度，审视人类全部科学史的时候，竟越来越多地、越来越惊讶地发现了各个时代科学中所蕴含的审美素质。正如科学家霍夫曼在谈到爱因斯坦时所说的，“除了他是牛顿以来最伟大的物理学家外，我们可以说，他是科学家，更是个科学艺术家”，“爱因斯坦的方法，虽然以渊博的物理学知识为基础，但在本质上，是美学的、直觉的”。其实，许多科学家都可以得到这样的评价，他们在科学领域中，把人类的最高智慧和创造力以美的形式展现出来。这表明：自然科学应当在审美王国中占领一片独立的疆土。

“科学美学”一词，目前在两种不同的含义上被使用着。第一种含义，“科学”指研究方法，即主张用自然科学的研究方法研究美学；第二种含义，“科学”指研究对象，即将自然科学当作一个独立的审美领域加以考察。我们这本书正是从第二种意义上来讲述的。

科学家居里夫人曾说：“科学的探索研究，其本身就含有至美。”对青少年进行科学美学教育，一方面培养他们对自然

科学中既精确严格又千变万化的形态和结构的鉴赏力；另一方面也培养他们自身的健全的审美心理。这是一个完整人格的基础训练。科学的宗旨是揭示事物的本质属性和发展规律，即以知把握真。科学美育则进一步使青少年朋友由真走向美。

目 录

序言	1
开篇语	1
第一编 科学与美	1
一 古代的科学与美是浑然统一的	2
二 文艺复兴与近代科学革命	19
三 现代科学与美统一关系的复归	38
第二编 科学美的特征	53
一 真理性	54
二 简单性	57
三 和谐性	62
第三编 科学思维	73
一 抽象思维	75
二 形象思维	87
三 科学实验在科学思维中的作用	99

四 科学思维的动态分析·····	101
第四编 科学美的表现形式 ·····	109
一 科学的层次美·····	109
二 科学的结构美·····	116
三 科学的模型美·····	124
第五编 科学美的鉴赏 ·····	133
一 科学鉴赏力·····	134
二 科学鉴赏力的形成·····	136
三 科学美鉴赏举隅·····	146

第一编 科学与美

生于天地之间的人，有两种最基本的关系：人与自然的关系，人与社会的关系。在第一种基本关系中，人既包容于大自然之中，又要不断地向大自然挑战，以求自身的生存和发展。因此，人类历史的长河，载满了自身创造的、无穷无尽的科学文明成果。从史前的神话传说，到近代和现代严密的科学论著，一步一步地向我们揭示出宇宙的奥秘，把人类引进到高度文明的今天。人们阅览这些文明成果的时候，发现它们不仅有科学价值，也有美学的鉴赏价值。可见，科学与科学美学是同胞孕育的一对孪生姐妹。

科学美学思想发端于古希腊，毕达哥拉斯被后人誉为科学美学的鼻祖。自然哲学繁荣的古希腊，论辩成风，为科学美学的发展造就了良好的气候和土壤。但是，当时的科学与科学美学远未分离，也就不会有什么科学美学专著，而是科学与美学共同在自然哲学的母体中携手并进。进入中世纪后，欧洲的古代文明随着西罗马帝国的灭亡而日趋衰落，战争的频繁，经济的凋零，基督教会绝对的思想统治，使科学美学

进入了阴暗而漫长的低谷，直到文艺复兴时期，才沿着科学的斜坡爬上了另一个高峰。

18世纪中叶，美学史上出现了第一本专著——《美学》，作者是德国美学家鲍姆嘉通，鲍氏因此而被誉为“美学的教父”，可是对于科学美学来说，他却是一颗灾星。鲍姆嘉通明确认为，美学的研究对象是凭感官认识到的完善，而逻辑学和自然科学的研究对象是凭理性认识到的完善。那就是说，科学研究的是真，而不是美学研究的美，于是自然科学被排斥在美学的大门之外。自此之后，美学家很少研究自然科学，自然科学家也无心致力于美学领域的探讨。

19世纪末20世纪初，自然科学出现了许多突破性的重大进展，众多的自然科学家，例如彭加勒、海森堡、爱因斯坦、狄拉克等，他们从各自的科研实践出发，发现了科学理论的审美价值。他们竭力呼吁自然科学和美学的重新结合。于是，出现了现代科学与美统一关系复归的潮流。

一 古代的科学和美是浑然统一的

（一）科学美的源头

无论是西方的希腊，还是东方的中国，在它们史前的古代，都没有纯粹的科学著作，只有精彩的神话传说。

任何神话传说，都是凭借想象去征服自然和支配自然的。这是由于当时生产力低下，科学知识不足，无法认识和理解天体宇宙、风云雷电、草木禽兽等自然界的许多现象，只能把这些现象归因于神的意志和权力。他们对自然现象的观察

和研究是表面的、片面的，甚至把“研究”作为体察和领悟神的意志的途径和方法，这就是古代产生许多神话传说的原因。这些神话传说，一方面反映了古代人类对自然力的膜拜，另一方面又反映出他们幻想有本领齐天的英雄出来征服自然的狂暴和肆虐。这些神话传说蕴含了古代人类的艺术创造和对大自然的理解，既是美学思想的艺术素材，又是美学思想的科学素材，是科学审美的源头。

科学审美的一个重要源头是古希腊的神话传说，这些神话传说多集中于《荷马史诗》。《荷马史诗》不仅是古希腊口头文学的瑰宝，而且集中了古希腊人的科学美学思想。从《荷马史诗》中，我们可以看到古希腊人已经把各种自然现象连贯成系统的神话。被荷马称颂的这些神是世上物质力量的最高代表，也是英雄的理想化典型，显示了古希腊人“神、人同形同性”的美学思想和“神、人物化”的宇宙观。《荷马史诗》在叙述宇宙起源时说，宇宙开创之初是一片混沌，从混沌中凝聚出大地女神盖娅。接着大地的底层出现了黑暗，大地的上面出现了黑夜。黑暗与黑夜相结合产生了光明和白昼。以后，大地女神生出了天空，即天神乌刺诺斯。乌刺诺斯是第一个统治宇宙的天神。后来，大地女神盖娅与天神乌刺诺斯结合，生下了12个提坦巨神，男女各占一半。这些提坦彼此结合，又生出了日、月、星、辰、黎明等许多神。他们的最小的儿子克洛诺斯推翻了乌刺诺斯的统治，成为第二代天神。克洛诺斯又和提坦女神瑞亚结合，生下了三男三女共六个神，其中最小的一个神就是宙斯。传说克洛诺斯的统治又被宙斯推翻。宙斯和他的两个哥哥拈阄分管世界，结果宙斯掌管了天空和上界，成为天上的神。他的两个哥哥分管大海

和冥土，分别成为海神和冥王。宙斯作为众神之王被古希腊人看得至高无上，类似后来西方的“上帝”和东方的“玉皇”。

《荷马史诗》还塑造了四位杰出的天神：一位是智慧女神雅典娜，她聪明美丽，是威力和智慧的化身，她教人纺纱、织布、造船、造车、制鞋、雕刻、冶金、铸铁、造犁、造耙、驯牛、驯羊，是农业和园艺的保护神；一位是普罗米修斯，他依照神的形象用泥和水创造了人，并赋予他们生命，还违抗宙斯的禁令，把天上的火盗给了人间；还有一位是火神赫斐斯塔斯，他依据宙斯的意志创造了古代的“智能机器人”——美女潘多拉；再有一位是神使海尔梅斯，他行走敏捷，精力充沛，多才多艺，他教会了美女潘多拉说话，还发明了字母、天文学和数学。

荷马时代的古希腊，生产力水平低下，《荷马史诗》中除了隐隐约约有点天文和数学方面的知识外，几乎见不到其他自然科学的例证。但是荷马史诗是古希腊人的口头文学，它当然反映了当时希腊人的艺术追求、科学追求和审美追求。他们把天、地、星、辰、山、川、河、海推崇神化，这就反映了古希腊人对永恒运转的大宇宙的直觉美感；他们把“力”、“智”神化，说明他们把“力”、“智”视为美；他们赞颂布恩天下的义举，说明他们把“善”视为美；他们歌颂技术和创造，这就反映了他们萌芽中的科技追求和对科学审美价值的追求。这个时期虽然还没有形成系统的科学美学思想，但是其踪迹已经朦胧可见。

科学美学的另一个重要源头是古代中国的神话传说。和古希腊一样，中国古代人类对宇宙的起源也极富有想象力和

艺术表现力。我们的祖先用盘古氏开天辟地的传说来认识宇宙的起源。据三国时期徐整的《三五历记》所叙：“天地混沌如鸡子，盘古生其中，万八千岁，地天开辟，阳清为天，阴浊为地，盘古一日九变，神于天，圣于地，天日高一丈，地日厚一丈，盘古日长一丈，如此万八千岁，天数极高，地数极深，故天去地九万里。”所有日、月、星、辰、风云、山川、田地、草木、金石，都是他死后由他身体的各部分变成的。与古希腊的盖娅类似，盘古氏也是在大自然的混沌中化生，但盘古氏和盖娅不同，他死后回归大自然，用自己的身躯化生出整个自然界，其审美的价值观更贴近人民。

与古希腊的智慧女神相似，中国神话中也有一位女娲氏，她和伏羲氏兄妹结婚而产生了人类。后来他们又制定婚礼，禁止兄妹通婚。还传说女娲氏用黄土造人，炼五色石以补天，断鳌足以支撑四极，治平洪水，杀死猛兽，使人类得以安居。伏羲氏教人结网，使古时的人类进入到渔猎畜牧生活。

至于有巢氏教人巢居，燧人氏教人钻木取火，结束了“茹毛饮血”而改吃熟食；神农氏教人用木作耒耜，使人类从采集渔猎进步到农业；大禹治水十三年，三过家门而不入等等，不仅反映了我们祖先朦胧的道德追求与科技追求，也反映出我们祖先对审美价值的追求：他们膜拜广漠的自然和宇宙，并把勇敢、智慧、对自然的征服和对人类的善举作为审美的价值目标。

（二）科学美的第一道闪光——和谐统一的宇宙观

古代神话传说虽然美丽，但我们从中不可能寻到科学的“真”，当然也就不可能寻到科学的“美”。伴随着生产力的发

展，自然科学的研究日趋繁荣，公元前5世纪～公元前4世纪，由于古埃及和古巴比伦科学文化的传入，古希腊人的思想十分活跃，出现了许多学派，社会上的论辩之风极为盛行，科学美学思想正式诞生。只是自然科学蕴含在哲学之中，并未获得独立。当时仅有哲学家的称谓，还没有科学家的称谓，因此，科学美学只能是哲学的一个部门。

科学美学思想一出世，给人类对自然认识的迷雾发出的第一道闪光是和谐统一的宇宙观。

宇宙统一的美学思想驱使人们去追寻宇宙万物的本原。圣哲毕达哥拉斯通过对数学的研究，认为事物的本质是由“数”构成的。他把数看成真实物质对象的终极组成部分，并不认为数是人类纯粹思维的产物。正是从这种意义上，毕达哥拉斯认为一切对象都由数组成，或者认为数是宇宙的要素，即“万物皆数也”。辩证法的奠基者之一——赫拉克利特对毕达哥拉斯的科学美学思想进行分析、批判和有选择的吸收，提出世界本原是火元素。他断言，世界不是神创造的，也不是人创造的，世界的过去、现在和未来永远是一团燃烧着的“活火”。它按一定规律燃烧，又按一定规律熄灭。火焰的燃烧和熄灭是世上各种自然现象产生和变化的原因。万物换成火，火又换成万物，而且这种交换具有等当性。《原子论》的作者德谟克利特是古希腊对科学美学思想的发展卓有贡献的哲学家之一。他在追寻宇宙本原的过程中提出，世界的本原是原子和虚空，一切事物都是由这两种东西以某种方式组合而成。原子是一种最小的、不可见的、不能再分的物质微粒。它坚实，没有空隙，不能毁坏。虚空是原子活动的场所。虚空并不是虚无，也是一种客观实在。原子结合在一起，形成

了世界上各种各样的物质。一旦原子分散，事物就消失了。古罗马时期的无神论者卢克莱修在他的《物性论》中，热情地肯定了德谟克利特的原子论。他认为，一切均由原子构成。原子因自己的重量向下运动时会发生偏离而碰撞，从而形成了世界的万物。原子处于永恒的运动之中，静止只是事物外部的表现。中国古代也有许多宇宙本原的若干种说法。《易经》提出阴阳说，认为“积阳为天，积阴为地”，世上万物均由天地阴阳交感而成。《尚书》中的《洪范篇》提出了五行，文曰：“一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。水曰润下，火曰炎上，木曰曲直，金曰从革，土爰稼穡。润下作咸，炎上作苦，曲直作酸，从革作辛，稼穡作甘。”这就是说，金、木、水、火、土五种元素为万物之原，而且与人们的日常生活有着密切的关系。

宇宙和谐的美学思想驱使人们去研究天体宇宙的构成形式和运转形式。

承认宇宙美的存在，是西方科学美学思想的基本出发点。毕达哥拉斯认为，整个天体就是一种和谐，宇宙的和谐是由数决定的，一切物体的存在方式取决于数量及其几何形状。毕达哥拉斯凭直觉断定，空间中，以球形最完美；平面上，以圆最完美。他断言，地球、天体和整个宇宙的结构都是球形的，提出了天体运动必须是均匀的圆周运动的设想。毕达哥拉斯学派甚至认为天上的星体遵照某种轨道运动，会发出和谐的声音，整个宇宙里的千万颗星体会协调奏出美妙的“天体音乐”。后来，爱奥尼亚学派曾提出了宇宙天体是圆柱形的主张，但遭到了柏拉图的反对。柏拉图坚决维护了毕达哥拉斯关于星体是球形的美学原则。柏拉图认为，球体是对称完

美的形式，宇宙必是球体的。为了标志时间，才有在圆圈上运动的天体。天体运动是神的旨意，它们是靠自身的灵魂秉承上帝的旨意而运行的。这些运行的圆圈联合起来，就可以得到太阳绕地球运转的视轨道，这是后来托勒密地心说形成的前奏。

毕达哥拉斯只是从科学美的直觉上猜测到地球是一个球形的天体，亚里士多德则通过观察，用一些事实来证明地球是圆球的这一美学思想。例如，他举出月食时，映在月面上的地球的轮廓是圆弧状的；人在向南向北作较大幅度的迁移时，会发现星座位置的明显改变；在海上航行时，人们总是先看到迎面驶来的航船的桅杆，而后才看到它的身影；在广阔的海面上，可以看到海天相接的地平线是弯曲的圆弧等等。亚里士多德用多方举例的归纳法证得大地是球形的，这在科学史与科学美学史上都是一件大事。绝对的地球方位概念打破了，天与地、上与下、远与近、高与低都只有相对的意义了，各种概念都统一到地球的引力之中了。一千八百多年之后，终于出现哥伦布发现美洲新大陆，麦哲伦率船队完成环地球航行的壮举。亚里士多德对于天体的运动也坚持和谐为美的观点，他认为一切天体的运动都可以由圆周运动和匀速运动这两种基本形式演绎而得。如果实际观察到的天体作匀速圆周运动，那当然再好不过了。即使实际观察到的天体不作圆周运动那也不要紧，因为它们总可以用几种圆周运动的组合来表示。

古希腊的哲学家，多数用科学家的眼光和美学家的眼光来看待物质世界。他们的目的是想在自然界复杂的现象中，找出统摄一切的原则或元素。他们深信自然界是美的，美的内