

# 简单·对称·和谐

——物理学中的美学

夏宗经 著 湖北教育出版社

**简单·对称·和谐**

**——物理学中的美学**

夏宗经 著

\*

湖北教育出版社出版、发行 新华书店湖北发行所经销

仙桃市新华印刷厂排版印刷

787×960毫米32开本 8.75印张 2 插图145 000字

1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷

印数：1—1 200

ISBN 7—5351—0349—9/O·6

定价：2.55 元

# 目 录

541/195/05

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 绪 论 | 关于科学与美学的思考..... | 1   |
| 第一章 | 物理学中的美学标准.....  | 29  |
| 一   | 简单性.....        | 31  |
| 二   | 对称性.....        | 37  |
| 三   | 和谐性.....        | 45  |
| 第二章 | 从柏拉图问题到现代       |     |
|     | 宇宙学.....        | 51  |
| 一   | 和谐——古希腊天文       |     |
|     | 学的主旋律.....      | 52  |
| 二   | 和谐——近代天文学       |     |
|     | 的主旋律.....       | 71  |
| 三   | 和谐——现代宇宙学       |     |
|     | 的主旋律.....       | 82  |
| 第三章 | 牛顿的追求——真善       |     |
|     | 美的统一.....       | 98  |
| 一   | 在人类理智的历史转       |     |
|     | 折点上.....        | 101 |
| 二   | 牛顿的追求.....      | 107 |
| 三   | 牛顿的信仰.....      | 118 |
| 第四章 | 光究竟是什么.....     | 124 |

|            |                                   |            |
|------------|-----------------------------------|------------|
| 一          | 微粒——体现在牛顿力学总框架中的简单性·····          | 125        |
| 二          | 波动——法国严密数学学派对和谐的理解·····           | 135        |
| 三          | 能量子——普朗克渴望的先定和谐·····              | 142        |
| 四          | 波粒二象性——爱因斯坦的迷惘·····               | 149        |
| <b>第五章</b> | <b>相对论——科学美的化身·····</b>           | <b>153</b> |
| 一          | 经典物理学中不对称的启示·····                 | 153        |
| 二          | 体现了对称、简单、和谐之美的新理论·····            | 162        |
| 三          | 爱因斯坦心中的“上帝”·····                  | 171        |
| 四          | 伟大的艺术品、无与伦比的美·····                | 177        |
| <b>第六章</b> | <b>古典主义还是浪漫主义——量子力学完备性之争·····</b> | <b>188</b> |
| 一          | 从美学看量子物理学·····                    | 190        |
| 二          | 争论的实质——优美与奇异美·····                | 207        |
| <b>第七章</b> | <b>统一场论——对美的追求的一百年·····</b>       | <b>222</b> |
| 一          | 从“牛顿的”电动力学到麦克斯韦的电磁场论·····         | 223        |

|     |                                          |     |
|-----|------------------------------------------|-----|
| 二   | 一场壮丽的古希腊式悲剧<br>——现代统一场论从几何<br>化到量子化····· | 242 |
| 三   | 对称性的胜利——从杨-米<br>尔斯场到弱、电统一场论·····         | 255 |
| 四   | 大统一场论的美学思想·····                          | 263 |
| 结束语 | 当代物理学家对美的理解·····                         | 267 |
| 后 记 | ·····                                    | 275 |

---

## 绪论 关于科学与美学的思考

---

生活中并不缺少美，而是缺少美的发现。

——罗丹

我国著名美学大师朱光潜先生在《谈美书简》<sup>①</sup>中，摘录了他在1936年出版的《文艺心理学》中写过的一段“自白”。先生在五十年前回忆自己所走过的道路时曾说过：“研究文学、艺术、心理学和哲学的人们如果忽略美学，那是一个很大的欠缺。”事隔四五十年后，先生在翻看这段自白时，觉得大体上是符合事实的，只是觉得还应该加上一句：“研究美学的人如果不学一点文学、艺术、心理学、历史和哲学，那会是一个更大的欠缺。”

当然，朱先生这里所说的美学是指所谓“严格意义上”的美学，属于艺术哲学范畴的，研究

---

<sup>①</sup> 朱光潜：《谈美书简》，上海文艺出版社，1982年版。

的主要是艺术美。其实，美学中还有另一个重要方面，研究的主要是科学美，它是属于科学哲学范畴的。因此，我们也可以参照朱先生的话，再加上两句：“研究自然科学的人如果忽略美学，也是一个很大的欠缺。研究美学的人如果不学一点自然科学，也会是一个更大的欠缺。”我们所以要再加上这两句，是深感科学与美学有密切的关系，而这种密切关系目前并未被多数人所察觉。目前，艺术美已为中外美学家所反复讨论，但科学美却长期被美学家们所冷落。

那么，什么是科学美呢？要回答这个问题，习惯的作法是首先回答什么是“科学”和什么是“美”，但这两者都是不太好回答的，因为不同的时代对“科学”与“美”的本质有不同的认识；即使同一时代，不同学派也会有不同的认识。

“科学”这个词，在西方是来源于拉丁语词scientia，意思就是“知识”，但英语词science却是natural science的简称，是指“自然科学”。“美”这个词，在古代中国起于羊羹的味道，中文和英文中都把“趣味”用来表示“审美力”。

大约还在五、六万年以前人类意识的黎明时期，人类就开始了对知识的追求和对美的追求。人类最初得以脱离一般动物界，就是因为能凭借

某种知识来指导自己的行动，使盲目的本能活动进化为自觉的实践活动。进入野蛮社会以后，人们开始从吃穿、婚嫁、狩猎、打仗等日常生活的需要升华出一种对纯知识和美的精神需要。对知识的一般追求就转化为科学的探索，而对美的追求中就产生了原始的艺术。自然界最初对人类来说是恐怖的，而不是美的，只有当人们运用自己掌握的知识和工具在与大自然斗争中取得某种程度的自由，获得了最低程度的温饱之后，自然界才开始对人类生活有了美的含义。古人说：“食、色、性也。”可见，从一开始，人类对知识的探索和对美的追求就是紧密地联系在一起的。

我们知道，西方科学起源于古代希腊的自然哲学，而西方美学也起源于古代希腊的自然哲学。古希腊的毕达哥拉斯（Pythagoras，约公元前580—500）学派曾开创了科学的理性主义的数学传统，而这个毕达哥拉斯学派也正是古希腊美学思想的发源地。为了探讨科学与美学的关系以及什么是科学美，我们有必要对科学与美学的总的发展作一粗略的历史回顾。

毕达哥拉斯学派一开始就是从自然科学的观点来看待美学问题的。在他们看来，对自然界奥秘的探索与对自然界美的追求是统一的。自然哲学的目的是为了寻找自然界的和谐，而美本身也



就是和谐。他们首先从数学和声学的观点去研究声音节奏的和谐，认为声音的“质”的差别都是由发音体的“量”的差别所决定的。他们认为，万物起源于数，数的和谐既是科学的源泉也是艺术的源泉。所以，在毕达哥拉斯学派看来，天文学就是一种美学，因为它是为了研究“诸天音乐”和“宇宙的和谐”；而建筑、雕刻等艺术也可以看成是科学，因为它们都是从探求数量比例的和谐中去产生美的效果的。例如，“黄金分割”之所以产生美的效果，是因为长与宽成一定的比例关系；天体之所以是圆球形，是因为只有圆球形才是最美的……

柏拉图（Plato，约公元前 428—348）在自然哲学和美学两方面都继承了毕达哥拉斯的观点，因此，在某种意义上讲，所谓柏拉图主义其实就是毕达哥拉斯主义的翻版。柏拉图坚持毕达哥拉斯的看法，认为“实在的东西”是“自然界中存在的数的和谐，它是洞察宇宙的基本知识”。但他进一步认为，人们日常生活中所理解的“感觉世界”并不是真实的世界，只有“彼岸”的“理念世界”才是真实的世界，才真正具有毕达哥拉斯所指出的数学结构；感觉世界只是“理念世界”的拙劣的摹本。他把知识分为绝对可靠的“理性”知识和暧昧不明的“意见”知识。他认为，只有运用数的和谐的“跳板”才能

达到彼岸的理念世界，而实验观察得来的知识都是一种欺骗。柏拉图在《理想国》中告诫人们，千万不可“去眺望繁星闪烁的星空”；致使心灵堕落到野蛮无知的泥坑中。柏拉图对绝对知识的狂热追求，确实诱使人们深深地陷入了数学唯心主义，但在客观上却为后世的科学发展形成了一种源远流长的理性主义的数学传统。

对柏拉图来说，这种对自然界超感觉的数学结构的追求，不仅是对绝对知识的追求，也是对美的追求。因为他认为，理智的美，归根结底无非就是适度、匀称、和谐、有序，它们一般地都可以归结为数或者数的有序的东西。

其实，这种古典和谐之美是中外古代美学的主旋律，不仅古希腊如此，古代中国也是如此。例如，《易经》在编排上就体现出整理者追求卦画、爻辞的对称与均衡、变化与秩序，以及语言节奏、韵律的美。《尚书》中也有“八音克谐，神人以和”的说法，把“和谐”奉为美的典范，并以“和”为核心把审美和道德教化、人与自然沟通起来。儒家讲究“尽善尽美”，道家讲究“天人合一”，都是企图在个人与自然、感性与理性、美与善、内容与形式诸差异面中谋求一种和谐的有序状态。

柏拉图在《会饮篇》中谈到“有精神负担的人”怎样“到处寻找他能够从中摆脱负担的美”。他

认为，“第一步应从只爱某一个美形体开始”，“第二步他就应该学会了解此一形体或彼一形体的美与一切其他形体的美是贯通的。这就是要在许多个别美形体中见出形体美的形式。”如此沿着一种独特的梯子拾级而上，他就学会“把心灵的美看得比形体的美更可珍贵”。这样一步一步，由“行为和制度的美”进到“各种学问知识”的美，最后达到“理念世界的最高的美”。“这种美是永恒的，无始无终，不生不灭，不增不减的。”<sup>①</sup>柏拉图在这里所说的“美”不是指艺术美（其实，对于古希腊人来说，凡可凭专门知识来学会的工作都叫“艺术”（tekhne），除音乐、雕刻、图画、诗歌等外，还包括农业、医药、手工业、骑射、烹调等之类的“技艺”）而是最高的理性美。柏拉图在《会饮篇》的另一段落中谈到，人生的最高理想是对最高的永恒的“理念”的“凝神观照”，这种真理才是最高的美，是一种不带感性形象的美。凝神观照时的“无限欣喜”便是最高的美感。可见，他所谓的“以美为对象的学问”并不单纯指我们现在的“艺术哲学”。更重要的是指我们现在的“科学哲学”。他把“凝神观照”视为审美活动的极境，认为美到了最高境界只是认识的对象，而不是实践的对

---

<sup>①</sup> 《柏拉图文艺对话集》，人民文学出版社，1963年版，第271、272页。

象；而且，审美的对象也不再停留在艺术形象美上，已经上升为抽象的真理。尽管柏拉图的“凝神观照”带有浓厚的客观唯心主义的色彩，但从他把对美的追求视为对绝对真理的探索来看，说明在柏拉图那里，“美”与“真”是统一的。

柏拉图的高足亚里士多德（Aristotle，约公元前 384—322）既是古代科学的集大成者，也是古希腊美学思想的集大成者。他不仅写成了两部有科学系统的美学专著《诗学》和《修词学》，而且在《物理学》与《形而上学》中也谈到艺术与科学、艺术与自然、艺术与形式、形式与材料、美的客观基础等问题。他对柏拉图的思想既有继承，更有批判。他不仅从自然科学的角度来看待美学问题，也从社会科学的角度来看待美学问题。他不同意柏拉图关于理念世界的说法，认为我们所居住的这个现实世界是真实的世界，而不是理念世界的“摹本”。他把“自然”或“神”看作是一位艺术家，因此，他认为世上的万事万物都可以看成是“自然”或“神”的艺术创造，都必须符合美的准则。他在《诗学》的第七章中写道：“一个有生命的东西或是任何由各部分组成的整体，如果要显得美，就不仅要在各部分的安排上见出一种秩序，而且还须有一定的体积大小，因为美就在于体积大小和秩序。”这表明在亚里士多德的美学思想中，和谐的概念是建

立在有机整体的基础上的。

罗马人在全面继承了古希腊文化的过程中，也继承了古希腊的美学思想，这在柏罗丁（Plotinus，205—270）的美学思想中得到了集中的反映。柏罗丁是站在古代与中世纪交界线上的一个新柏拉图学派的领袖。他承认物质世界里有美，但是他的美学思想的全部意图却是为了证明物质世界的美不在物质本身，而在反映神的光辉。他认为神的光辉就是理念或理性。也就是真实。因此，“真实就是美，与真实对立的 就是丑。”<sup>①</sup>他还认为，物体美表现在它的整一性上，因为理念本身是整一的，“等到它结合到一件东西上面，把那件东西各部分加以组织安排，化为一种凝聚的整体，在这过程中就创造出整一性。事物受到理式的灌注，就不但全体美，各部分也美。”<sup>②</sup>总之，在柏罗丁那里，“神”或“理念”就是真善美的统一体。从现代的观点看，尽管柏罗丁认为“美不在物质本身而在反映神的光辉”的观点是不可取的，但他坚持“真”就是“美”的观点，对我们却是有启发的。

欧洲进入中世纪以后，宗教神学成为占统治地位的思想体系，科学成了神学的奴仆。正如托

---

① 柏罗丁：《九卷书》，第一部分卷六，第六章，朱光潜译稿。

② 同上，第二章。

马斯·阿奎那 (St. Thomas Aquinas, 1226—1274) 所说的：“任何对知识的渴求，假如它不以认识上帝为目的，就是罪恶。”与此同时，美学也成了神学的奴仆。中世纪用上帝去代替柏拉图的“理念”，认为上帝就是最高的美，是一切科学与艺术的美的最后根源。宇宙万事万物都是上帝的作品，人们只能从上帝的作品中去认识上帝的伟大，也只有从上帝的作品中去隐约窥见上帝的美。其中最有代表性的是奥古斯丁 (St. Augustine, 354—430) 的观点。

奥古斯丁在其《忏悔录》中认为，上帝本身就是整一。他把自己的性质印到他所创造的事物上去，使它尽量反映出他自己的整一。有限事物是可分裂的，杂多的，在努力反映上的整一时，就只能在杂多中见出整一，这就是和谐。和谐之所以美，就因为它代表有限事物所能达到的最近于上帝的那种整一。<sup>①</sup>奥古斯丁和托马斯·阿奎那等人的美学思想当然是为宗教神权服务的，但他们通过人所创造的“上帝”，把宇宙万事万物中的“真”与“美”看成是内容与形式的统一，却仍然给我们以有益的启示。

文艺复兴以后，科学开始从神学与经院哲学的束缚中解脱出来，哲学也通过“古典学术的再生”恢复了它的世俗性和科学性。这时，对自然

<sup>①</sup> 奥古斯丁：《忏悔录》，商务印书馆，1963年版。

的观察与实验代替了经院派的烦琐思辨，归纳逻辑打破了演绎逻辑的垄断，因果律代替了天意安排的目的论，理性代替了对权威的盲目崇拜。人们开始感觉到自己的尊严与无限发展的潜能，他们把个性自由、理性至上和人性的全面发展看做是生活的理想，因而在科学的探索和美学的追求上都带来了生动蓬勃的朝气。一个典型的例子就是近代天文学的迅速发展。哥白尼（Nicolaus Copernicus, 1473—1543）与开普勒（Johannes Kepler, 1571—1630）之所以反对托勒密（Claudius Ptolemy, 90—168）的“地心说”，而主张“日心说”，除了历法改革的需要之外，更主要的是因为他们认为日心说在数学上更简单，更完美，因而更符合宇宙的“奇妙的对称”和“美妙的和谐”。在物理学方面，伽利略（Galileo Galilei, 1564—1642）作为近代科学之父，首先提出科学要到自然界这本大书去观察和实验。他不顾柏拉图在《理想国》中的告诫，第一个把望远镜指向了“繁星闪烁的星空”，并从斜面实验中得出了落体定律，从而向全世界显示了实验科学的巨大威力。但伽利略在开拓实验科学的道路上也强调宇宙这本大书是用数学语言写成的，不借助于数学我们就连一个字也读不懂。

真正从哲学上对科学方法论作出全面论述、

把经验与归纳放在至高无上地位的是弗兰西斯·培根 (Francis Bacon, 1561—1626)。他号召人们要深入大自然，要同实验密切结合。他认为，科学是感觉经验的归纳，科学应该拒斥任何超越感觉经验的“形而上学”（指哲学思维）。他认为科学开始于观察，科学来源于经验，经验是全部科学的基础。科学理论是从观察和实验中得来的，是在经验事实的基础上建立起来的，是已经被经验证实了的知识。从经验事实上升到科学理论靠的是归纳，归纳逻辑既是“发现的逻辑”又是“论证的逻辑”，科学理论就是对观察和实验的材料进行归纳概括的结果。他反对过去经院学派的玄学思辨，把它比作蜘蛛只会从自己腹中吐出丝来织网；他认为真正的哲学家要象蜜蜂，从各种花蕊采取甜汁，通过自己的消化力，把它转化成蜜。用培根自己的话说，“只要及时采集无数的成熟葡萄，科学的酒浆就会源源而来。”培根这种以经验为基础的归纳主义的科学史观，在反对宗教神学和经院哲学的斗争中有很大的历史功绩，在科学史上曾经起到了极大的思想解放作用。

培根的美学思想，也是建立在他的经验哲学基础上的。他把人类学术分为历史、诗和哲学三部门，把人类知解力也分为记忆、想象和理智三种活动，认为“历史涉及记忆，诗涉及想象，哲



学涉及理智”。这样一来，培根就首先把科学（即他所说的哲学）的研究对象与美学（即他所说的诗）的研究对象区分开来。

培根认为，诗是想象的产品，人们之所以需要诗，是因为“世界在比例上赶不上心灵那样广阔。因此，为着使人的精神感到愉快，就须有比在事物的自然本性中所遇到的更宏伟的伟大，更严格的善和更绝对的变化多彩。因为真实历史中的行动和事迹见不出能使人满足的那种宏伟，诗就虚构出一些较伟大，较富于英雄气概的行动和事迹”。①

培根认为“秀雅合度的动作的美才是美的精华”，他不赞成“美在比例”的看法。他说，“凡是高度的美没有不在比例上显得有些奇怪。”②他既反对希腊画家“从许多面孔中选择最好的部分去构成一个顶美的面孔”，也反对德国画家“按照几何比例去画人像”的办法。他认为，艺术不能象科学那样，凭藉经验与归纳，而要靠虚构、理想化、动态美和艺术家的灵心妙运。在这里，我们不仅看到了美学思想的浪漫主义的最初萌芽，更重要的是，也看到了后来科学与美学分道扬镳的最初先例。马克思称培根是“英国唯物

---

① 弗·培根：《学术的促进》，第二卷。

② 培根：《论美》，朱光潜译稿。