



# 系统控制漫谈

## 科学与诗统一论中的系统学派

夏小华 南非比勒陀利亚大学

日本作家高野文子在《在天才学生宿舍遇见未来大科学家：打开奇想的大门，走进科学的文学、诗意与美》一书中说，诗与科学彼此看似相距遥远其实很近，因为它们出发点相同的。两者都是从观察和倾听自然开始的。闻到玫瑰花香、颂赞其美丽的那种感觉，与想要研究花的形状的这份心情，两者间其实没有太大差距。她又说，诗与科学不只是从同一场所出发，最终的目的地应该也是相同的。

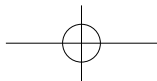
### 一、科学与诗之统一论框架

科学与诗歌的讨论由来以久。自从柏拉图在《理想国》中提出诗人和哲学家的目的可能是根本对立的这一论点之后，人们便开始评论科学与诗歌的关系了。在现代科学形成之后，人们才以现代的概念对科学与诗歌进行评论，形成了对立论和统一论的两大阵营。对立论阵营中除了柏拉图

这样的思想家以外，还有如笛卡尔和尼采这样的大数学家和哲学家。

统一论的观点最先是柏拉图的学生亚里士多德提出的。亚里士多德认为：艺术是对自然的一种补充力量，诗歌能通过消除对立而达到和谐，因而是对真理知识的一种贡献。统一论的另外一个重要的观点是唯心主义思想家康德的一元论。康德认为：艺术与科学并不是对立的，两者虽然分属不同的范畴，但都是对共同存在的现象的深刻思索。

如果把亚里士多德的理论说成是科学与诗歌的知识目的地统一论，那么康德的一元论就是科学与诗歌的现象出发点统一论。高野文子无意中说出来的正是人类文化争议中两个最重要的流派观点。玫瑰的例子也是康德的。康德认可“玫瑰就是玫瑰”和“玫瑰是一种植物”这两种说法，对同一个对象，一个是诗人的观察，一个是科学





家的归纳。

关于科学与诗歌的讨论随着历史的变化都超出了“科学与诗歌”一语本身所涉及的范畴。科学与诗歌的目标和归属、起点和终点在概念上的内涵和外延都有不同程度的扩张和补充。由于这些问题本身具有哲学方面的性质，因此批评家的态度与立场往往错综复杂，因而不能一成不变地限定于某一特定的范畴或固定的领域之内，都须根据两者特有的领域，把科学与诗歌置于整体人类知识结构中，对两者之间的关系进行研究。

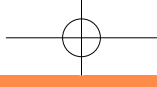
思想界对于诗歌与科学的统一“一元论”观点表现出了强烈的兴趣，尤其认同其探讨人类知识的源泉以及寻找各类思潮产生的根源的论点。诗的“一元论”的观点是康德在《判断批评》中首先提出来的，后来德国学者谢林又对它进一步作了概述。由于受到现代科学的影响，他们的论述主要针对自然客观现象，但实际上也涵盖了古罗马的普洛提诺斯的人文主观现象。普洛提诺斯认为主观与客观是密切联系的。至少在现代学者看来，他的这一看法意味着：科学与诗歌在全面体现人的本质方面，起着相辅相成的作用，使客观事物与主观感觉和谐一致。经过弗洛伊德和A·鲍姆加滕的倡导，科学和诗歌的共同研究对象还扩展到心理学，认知科学和感知领域。现在人工智能对“感知科学”的强烈关注是对美学的回归。机器作诗、诗歌自动生成说明科学和诗共享着一个数据库。

类似地，目的地统一学派的“目的”也经历了一系列的发展和充实。亚里士多德认为科学和诗都是对真理和知识的一种贡献。这个观点在文艺复兴时期得到了进一步的完善。文艺复兴时期强调，任何一门重要的学科研究都要考虑它在艺术和科学的整体结构中的位置，尤其要考虑它与哲学的关系。因此，诗学就必须与真理相联系，

诗歌就必须纳入推论科学的范畴。因此，诗人是“通晓一切科学”的学者，诗歌是包罗万象的普遍科学。诗歌是全部人类活动中最伟大、最高级的一种，诗学的地位高于艺术、科学以及所有其他学科的地位。诗人的神圣热情本身就是一种知识，一种最终会高于科学的知识。古罗马圣奥古斯丁反对感情与真理的分离，举张的浑然就是目的地统一的“一元论。”从中世纪到文艺复兴的过渡时期最重要的作家但丁认为：诗歌与科学、想象与理智，都要服务于人，把诗和科学的目的扩大到对人的启示。就连新柏拉图派也得出了与柏拉图相反的结论。他们通过自己的独立研究，证明对人类文明最早的贡献是诗人做出的，因此“诗歌成为所有艺术和科学的最早形式，是一切文化之母。”

高野文子认为科学和诗从起点到终点的过程是不一样的，是遥远的。诗人去写一首玫瑰的诗，而科学家拿出来的是显微镜。这种说法却是对科学与诗歌的统一学派的错误理解。事实上，除了目的地和出发点统一外，统一论认为科学与诗歌的创作过程也是一致的。持出发点统一观点的大多还认为科学和诗歌的创作思维活动是相同的，而持目的地统一观点的大多认为科学和诗歌的创作思维模式是相似的。另外一派是所谓的实证主义学派，他们通过著名的两栖人物来说明科学和诗歌的创作过程是相辅相成，相互促进的。

人类的思维活动理性上体现为科学洞查力，在感性上体现为直觉灵感。逻辑与欲望、实证与虚无是人类知识活动的最高范畴，包括感情因素与理智因素这两个方面。根据这一认识，思维活动统一论的代表人物英国诗人兼批评家柯尔律治赞成诗歌与科学的结合。柯尔律治的这一主张得到了黑格尔的进一步阐述。黑格尔认为，思想的加速发展会导致其白热化，“哲学的最终综合会表现为诗歌。”米尔也发展柯尔律治的观点。他



宣称：“一个伟大的诗人历来都是一个伟大的思想家。”这种思想的另一侧面，反映在美国作家爱默生的浪漫主义观点之中。爱默生认为：“人的思想本身就包含在一个普遍的比喻之中，根据这种普遍的比喻，自然世界是精神世界的一个复制品，而对这一普遍的比喻做出解释则是诗歌天才的使命。因此，科学与诗歌两者结合便臻于人类普遍知识的完美和谐，臻于知识之美，臻于美与真理之等同。”19世纪晚期的马修·阿诺德重申了科学与诗歌密切相连的观点。英国作家赫伯特·里德曾致力于把科学与诗歌协调地联系起来。里德认为，人的智力活动能力能够统一科学与诗歌，干脆就坚持科学与诗的思维活动“一元论”的观点。

同样，人类的一般思维方式表现为理智的科学思维方式和形象的艺术意象方式。一般认为，思维方式统一论的代表人物是17世纪的两位伟大的学者，一位是法国科学家帕斯卡，另一位是英国诗人弥尔顿。帕斯卡尔把无限作为一个美学整体进行研究，他研究诗的感情表达与数学表述两者之间的关系。另一方面，弥尔顿的《失乐园》则继承了历代诗歌的恢宏传统：利用科学探寻能使感情与思维臻于和谐的一种秩序。还有两个关于思维方式的思潮。转换主义是诗人和科学家对世界的共识。诗人和科学家都想使静态事物动态化，并为静态的事物注入能量，使之活跃起来。他们这样做的结果，便增强了这些事物的潜力。这种潜力的表现形式是音乐，其说明形式是数学。因此，科学家与艺术家的想法便汇合于音乐节奏的特性中。这一特性是一种摆脱了感觉而获得纯粹的形式。这种形式的表现就是象征主义。法国诗人兼批评家瓦莱里后来成为了象征主义的代表人物。历代诗人、学者、科学家的这一努力决不止于用诗歌的形式表述科学（华兹华），或在诗歌中加入科学的内容（A. 谢尼耶）。其他关于思维方

式各种共性观点和学者不胜枚举，例如，普安卡雷、布罗诺夫斯基和科克雷强调想象的飞跃对于科学家和诗人同样都必须借助于隐喻，谢林顿则关注人的思想中共同的神秘性、不可分割性和不可捉摸性。

实证主义试图填上思维活动和思维方式之间的空隙。实证主义在英国的发展过程中，学者巴克爾提出了在诗歌与科学之间存在一种有机的关系，因为“感情是思想的一部分。”巴克爾主要是说：在人的思想活动中，取消其中的任何一个部分，无论是活动本身或者是思想方式，都将削弱甚至损害其他部分。而人的想象活动与感情相互关联，是人的情感方式的中心表现部分。那么自然地，人的推理活动与逻辑相关，也是人的思想方式的中心表现。巴克爾援引了17世纪英国历史发展作为这一观点的论据，因为无论在科学发现还是诗歌创作方面，当时的英国都是硕果累累的。巴克爾从诗歌与科学之间存在因果关系的观点出发，告诫科学家们：他们对于人的思想功能和对于探索真理的途径的看法过于狭窄了。巴克爾衔接了先于他的斯宾诺莎以及后于他的弗洛伊德的一种思想，认为感情也服从于一些固定的规律，“感情也有其逻辑和参照法。”巴克爾得出结论说：诗歌是“哲学（或科学）的一个部分，其理由就是因为感情是思想的一个组成部分。”巴克爾认为，对于现象所作的大量观察，若不以一种主导思想提纲挈领则会支离破碎，毫无用处，“而使大量经观察而获得的信息转变为有用材料的最有效的办法，就是更充分地利用想象的功能，就是将诗歌的精神与科学的精神合为一体。”英国诗人蒲柏认为：“所有事物都是一个巨大整体的组成部分。”这一观点被英国诗人雪莱所接受，并成了他“最喜爱的理论。”雪莱笔下的普罗米修斯表现了人与自然的一种神秘的结合，以及生命与爱的能量和电的



能量之间的类同。很有意义的一个事实是英国数学家怀特海反过来亦大量地借用了雪莱诗歌的创造力，去想象几何问题，并以诗歌形式去表述几何问题。实证主义选用了众所周知的、历史上和当今许多二位一体的科学诗人例子，例如，古罗马提图斯·卢克莱修·卡鲁斯，东方的欧玛尔·海亚姆。中国学者后来更加上中国古代的张衡和现代的谷超豪。这是说明诗与科学似二能一，由创作活动落实到创作方式和实践中去的最直接、最简单、最有效的方法。

思想界、理论界、艺术界、文化界通过争论、融合，在历史的长河中，织起了一个完整的网络结构，来论证科学和诗歌的统一观念和论点，从出发地到目的地，从思维活动和思维方式两个方向，通过实证主义连接起来的中间过程，共五个有机部分。这里没有提到的历史上许多人的思想和近年来的有趣观点都可以归纳在这个框架之内。例如，罗马尼亚科学院数学学部的所罗门·马库斯 (Solomon Marcus) 在系列国际学术会议 Bridges (沟通之桥) 1998 年的会议上的文章《数学与诗：相似之内的差异》(Mathematics and Poetry: Discrepancies within Similarities)，将数学与诗之间相似之处列了 16 项之多，但全部可以归结为上述五个部分。陈关荣在《科学与诗》(2010 年 5 月《今日城大》，26—29 页) 中说，“好奇心、想象力、超越性思维、创造性写作，甚至遐想及暗喻，这些写诗的基本功夫几乎全部都是科学研究与发现所必不可少的。反过来，科学为诗、特别是现代自由体诗歌提供了源源不断的动力和素材。事实上，科学和诗都源于相同的人类精神、灵感和创造力，追求并享受同一世界的美好抽象与优雅本质。”加上若干个著名人物的故事，几乎正是上述五部统一论框架的高度概括。

## 二、科学与诗统一论中的亚里士多德学派

与对立论一起，统一论的讨论明确了对科学与诗歌的范畴、内涵、构成、要素、方式和性质的理解。今天一致的看法是：现代科学形成于 17 世纪，科学的对象是偏重自然的自然人文，进行抽象思维，依赖的是实验方法。而诗歌的对象是偏重人文感受的自然人文，进行形象思维，依赖的是想象方法。科学的真理真实恰如诗歌的虚幻虚构，都是自然人文知识的最高境界。

正如此，把统一论的各个流派划分成五个部分完全不是机械的，而是系统的。很多流派的研究内容和理论分析横跨几个部分。

亚里士多德派就是这样。亚里士多德派的方法旨在打通科学与诗歌两者之间的联系。为达此目的，就要一方面扩展诗歌领域的外延，另一方面扩展科学领域的外延，以使两者能互相重叠。亚里士多德著有《物理学》和《形而上学》。亚里士多德一方面作为一个经验主义者反对柏拉图的超验主义观点，如他根据事物的同系关系建立了动物的骨骼形态学。但同时，亚里士多德却又设想了在形式与内容方面都“必须超越现实”的理想类型，设想了超越各个组成部分特征的整体性的存在。亚里士多德的“科学系统”分成了三个组成部分——理论部分、理性部分和实践部分，因为这三个部分都属于科学的范畴。虽然亚里士多德的时代尚未有现代科学的雏形，但他的“科学系统”组成学说是超前的，划时代的，对现在的科学仍然有指导意义。现代科学依赖建模，建模的三大学科门类是物理、数学和工程应用，依循的三大原则是“真、朴、益。”Rudolf Kalman 说，“Get the physics right, after that, it is all about mathematics.”强调的是“真”。爱因斯坦说，“Make things as simple as possible, but not simpler.”强调的是“朴”。George Box 说，“All models are wrong, some are





useful.” Lennard Ljung, “Our acceptance of models should thus be guided by ‘usefulness’ rather than ‘truth’.” 说的是“益”。(夏小华, *The Common Myths about Control System Modelling*, 中国控制会议大会报告, 2017年, 大连。)

亚里士多德还是《诗学》的作者。亚里士多德设计好让他的读者能根据他在《物理学》和《形而上学》两书中所阐述的观点来理解他在《诗学》一书中所表述的观点。在他的《诗学》中, 往往可以发现他在《物理学》和《形而上学》中所表述的基本观点。他所提出的悲剧结构要素是: 题材、媒介和方式。这些也可以认为是诗歌结构的要素。这和他在《物理学》和《形而上学》中所提出的论点和把科学分成三部分的做法是类似的、对应的。亚里士多德认为, 形式是构成一切具体事物的因素之一, 在这些因素中包含了在一定方向上变化的动力原理, 以及互相作用的对立部分之间的统一力量。亚里士多德“题材”、“媒介”和“方

式”诗歌结构三要素的划分, 用现代数学的语言来形容, 完全同构于他把“科学系统”分成了三个组成部分的划分。这种同构性也就把他关于科学与诗的目的地统一论观点沿展到思维方式的统一论上来。

意大利文艺复兴运动中, 文艺批评史上的一项意义重大的事件, 就是亚里士多德《诗学》的重新发现。《诗学》的研究者们集中探讨了“模仿”问题的各个方面。萨尔维亚蒂在其《亚里士多德〈诗学〉评释》中, 讨论了相应于诗歌结构三要素的以下三个特征: 1) 诗歌的目的是人的娱乐和感受, 2) 诗歌是意象表达形式, 3) 诗歌是对似为真实的事物的一种模仿。通过对诗歌与自然的比较, 可以看到在事物、感觉和娱乐之间存在的因果关系, 从事物, 到表象, 到模仿, 到感觉或娱乐, 就是诗歌之中所看得到的因果关系链。由于诗歌中缺少自然中存在的理想事件和时间序列等关系链, 因此诗人便借助于近似的真实, 或

者说是意象，在诗中描绘出一幅现实世界图像。即使到了近些年，亚里士多德诗歌结构三要素的性质还在被人们研究着。英国诗人、现任职于牛津大学教育系的 Lesley Saunders 女士在《交叉科学评论》杂志 2014 年第一期 (Interdisciplinary Science Reviews Volume 39, 2014 - Issue 1) 发表的文章，《诗歌与科学有什么有趣而重要的共性吗？》(Do Poetry and Science Have Interesting and Important Things in Common? Some Thoughts on ‘Parsimony’ and ‘Provisionality’。)再次将科学与诗歌联系在一起，并且针对诗歌结构要素和特征重点讨论了两个性质：Parsimony 和 Provisionality，分别可以意译为“炼”和“渡”。

关于“炼”，可以认为是简炼。在诗歌中，意象是高度浓缩的，有如音乐符号和数学方程是非常简省的表达式。关于“渡”，可以认为是暂时的、试验性的。科学和诗歌都容忍甚至欢迎模糊的、可变的、暂时性的世界观。按照这种世界观，世界不是自明的，是需要解释的。科学和诗歌以各自的方式对世界作出试验性的解释。

如果把诗歌的题材要素及其为人的娱乐和感受特征的性质总结为“悟”——觉悟或顿悟，那么，“悟、炼、渡”又是与“真、朴、益”完全对偶的性质，可以用以理解亚里士多德学派科学与诗从内涵到外延两重同构的映像统一关系。

无独有偶，中国科学院数学与系统科学研究院的严加安院士 2017 年 4 月在南方科技大学做了一个题为“我心中的科学与艺术”的公共演讲。在演讲中，他把艺术（当然包括诗歌）的特征概括为“大道至简，大美天成，”并由此归纳艺术与科学的共性和交融。这种认识方向正是从悟而炼、从真而朴，有渡由悟、有益由真的独特角度。

如果康德的一元论认为科学与诗考虑的对象是同一个，而思维活动学派认为科学与诗的创作

又符合同样的规律，那么亚里士多德学派则认为科学家与诗人的思维方式，或者说他们的思维模型，在结构和性质上是对偶同构的，同一类输入当然会有同一属性的知识输出。这就是我们现代人，特别是做控制系统的人，所熟知的系统论的方法。

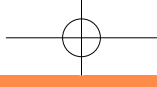
### 三、科学与诗之统一论中的中国诗

到此，诗与科学的统一被思想家们从各个方面、各种层面进行了论证。只可惜中华思想完全缺席。如果统一论是结构性的，那么它也应该是跨文化的。

中华科技的缺席应该还是可以理解的，因为现代科技被康熙皇帝视为奇技淫巧，被忽略。由《易经》为代表的中国古代思想的形成可能比柏拉图和亚里士多德的时期还要早，至少都在现代科学发展成形之前。受爱因斯坦、李约瑟和黑格尔等一大批西方学者推崇的《易经》对理、数和卜的划分与亚里士多德的“科学系统”分成三部分——理论部分、理性部分和实践部分——的学说、与现代科学的物理、数学和应用的三要素是何其相似。荣格说：谈到世界人类惟一的智慧宝典，首推中国的《易经》，在科学方面，我们所得出的定律常常是短命的，或被后来的事实所推翻，惟独中国的《易经》亘古常新，相距六千年之久，依然具有价值，而与最新的原子物理学颇多相同的地方。

如果这种比较和对应是朴素的、或者过于简单粗暴，是值得进一步完善的，那东西方在诗歌上的对比研究就应该能够是深刻的。西方的诗歌发展在文艺复兴时期和 17 世纪科学快速发展时都遭受了不同程度的打断。中国的诗词文化则一直在比较平稳的进步。

中国的诗歌理论当然不一定要照搬如上所述



的统一论框架来研究，但是如果就如此整理，就不难看出，中国诗歌正是科学与诗统一论的另外一个例证。

随便翻开一本中国诗的创作书籍或教材就可以了解中国人寓教于例的诗歌理论和技巧的章节。例如王永义编著的《格律诗写作技巧》一书（青岛出版社，1995年）在详细介绍了平仄格律的基本知识后，分两编讲述写作技巧。上编从立意、形象思维、情景相生、赋比兴、含蓄、夸张、设问、对比、反复、用典、双关、对仗等方面，说明绝句的写作方法。下编从感时、怀古、书怀、送别、会友、写景、咏物、咏人、怀亲、节令、爱情、唱和等各方面，说明律诗的写作方法。中国诗的三个要素正是立意、形象思维和情景相生，亚里士多德“题材”、“媒介”和“方式”的西方诗歌结构三要素简直就是另一份拷贝。兴、比、赋是中国诗的三种表现手法。兴是即物起兴，即从别的事情写起，引到所要写的对象。比是比喻、比拟，一般以具体的事物，比方抽象的事物。赋是直接叙述、描写或抒情。赋、比、兴三者各有特点，但又是相辅相成的。交待事实，直抒胸臆，以赋为佳。变抽象为具体、形象，比兴为优。赋多易陷于平板，比兴多易流于晦涩。朱熹说，“兴者，先言他物以引起所咏之词也。”南朝刘勰说，“比显而兴隐”，比就是明喻，兴就是暗喻。这一段说的正是中国诗版的诗歌手法三大特征，与前述萨尔维亚蒂所描述的西方诗歌三大特征——诗歌是娱乐和感受，诗歌是意象表达形式，诗歌是模仿——完全一样。娱乐和感受是兴，是暗喻，意象表达是比，是明喻，模仿叙述则就是赋。而关于创作活动，中国诗词不但写得美，而且写得妙，让所有的学问家感同身受。王国维在《人间词话》中的治学三境论：古今之成大事业、大学问者，必经过三种之境界：“昨夜西风凋碧树，独上高楼，

望尽天涯路。”此第一境也。“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。”此第二境也。“众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处。”此第三境也。此对控制人来说，阅之即有如PID之巧，MPC之娱。

至于其他写作、分类技巧，由于汉语的特点，可能比西方诗学当中更多、更细，更生动。格律诗的起承转合、并列对比等布局大法深合科学研究中的逻辑推理、数据归纳法等等。《易经》之中的阴阳，中国诗中的平仄用以捕捉自然变化和人类感情的节奏，中国理学与诗学有自己内在的相互促进和融合，也是西学中望尘莫及的。没有了“韵仗律粘”的精致与美妙，杜甫也就失去了诗圣味道。BBC翻译得再好，杜甫的诗只成了杜甫的失。中国诗中暗含了多少与科学相符相适的玄机，恐怕需要专门独立的探讨。

亚里斯多德在《诗学》中，主要大谈史诗和悲剧，认为它们是文艺的正宗，对于抒情诗只说是“另一种艺术，用语言来模仿，用不入乐的散文或不入乐的韵文，这种艺术至今没有名称。”这是他对中国诗，特别是中国抒情短诗的无知。另外，中国诗词在唐宋时期的高度发展又哪里是亚里斯多德能预知的。如果已经到了一个平视西方的时候，对于中国诗，哪怕对中国科学的评价就不能仰人鼻息，妄自菲薄。



【作者简介】夏小华，南非比勒陀利亚大学工程、建筑环境和信息技术学院，电气、电子和计算机系教授，新能源系统中心主任，南非国家节能减排研究基地主任，武汉大学长江讲座教授，东北大学特聘教授，IEEE Fellow，南非科学院、工程院院士。多年从事控制系统中非线性观测器的理论和设计、非线性和复杂控制理论方面的研究。他成功地地为南非 Spoomnet 开发了超长重载火车分布动力纵向运行控制系统；在艾滋病疫苗和药效研究中，有效地引入系统、模型辨识和控制方法；在南非电力总公司 Eskom 和 Exxaro, AngloGold 等矿业公司从事重大能源系统优化和节能减排以及能效评估方面理论与多项专题研究工作和工程项目。夏小华现任 Applied Energy Advances in Applied Energy, Annual Reviews in Control 杂志编委 (Editorial Board Member)，曾是《自动化学报》副主编，Acta Automatica Sinica 杂志编委 (Editorial Board Member)，Automatica, IEEE Transactions on Automatic Control 和 IEEE Transactions on Circuits and Systems II 的副编辑 (Associate Editor)，SAIEE Africa Research Journal 的编辑。