

一、从莎士比亚到爱因斯坦

——科学的隐喻

莎士比亚写过一句著名的诗：

“All the world's a stage”（整个世界是一个舞台）

爱因斯坦创造过一个绝妙的公式：

$$E = mc^2$$

这两者的诞生几乎相距几个世纪，似乎风马牛不相及。然而，倘若从诗与公式本身的概念及逻辑发展中跳出来，我们还是能从两者之间找到某些共同之处。如果仔细比较一下不难发现，这两句话，都是用其自身的表达方法写成的隐喻。两者都力图把以前从未联系起来的概念以新的方式沟通起来，从而使人们对其性质有新的洞察与了解。所不同的是，诗人用他的想象力与语言把世界与舞台联系起来，而爱因斯坦则用数学与符号，也同样凭藉他的想象，依仗大自然的普遍节奏，描绘出被称之为这一奠定原子弹制造的伟大方程式。所以，人们说数学也是一种语言，它有主谓宾以及修饰语。它的名词是数词，动词是加减乘除及等号。它是以第三人称与现代时态讲话，它的句子就是描写这些名词相互关系的方程式。

用这样的语言来描述科学与艺术，这一逻辑思维与形象思维创造的异同，当然是既富有诗意又具有哲理的。我们的目的无非是想从这两者的比较中触类旁通，使我们获得一种

把我们这个世界上的一切更加紧密联系起来的那种观察力与修养。

“夕阳芳草寻常物，解用都为绝妙词。”这是中国的一句古诗。它无非说明，在这本身互相联系的客观世界中，能用自己的灵感去捕捉这两者之间的内在联系，那么，这就是你的创造。

3 —— 1 —— ，这是两个简单的音符，但到了贝多芬的笔下，就成了《命运交响曲》的主旋律，他以这两个音素作素材，用来描绘处于上升时期的资产阶级的奋斗及顽强精神。两个音符就这样与命运有了某种内在的联系。

庐山瀑布，在大诗人李白的眼中，与虚无缥缈的九天银河挂上了钩，“飞流直下三千尺，疑是银河落九天”，也成为千古绝唱了。

“静静的团泊洼”，是那样荒漠冷僻，但在郭小川的感发下，它成为抒发战士性格、抱负与胆识的泉流。“秋天象一把柔韧的梳子，梳理着静静的团泊洼。”团泊洼多么象一位刚勇健美的少女。

艺术家们驾驭的形象思维的快马，根本不受爱因斯坦时空观的束缚。真可谓“笼天地于形内，挫万物于笔端”，思接千载，视通万里。有时，他们驾驭自己的语言，似乎有点随心所欲，上天入地，犹如脱缰之野马。在他们种种神奇及富有魅力的遐想面前，我们陶醉神往，油然进入艺术家们构画的境界。

科学家当然不象艺术家那样富于浪漫色彩，他们在运用手中的等号时，是用扎扎实实的分析、推导来进行小心翼翼的探究的。

佛经上有所谓“金粟世界”之说，也就是说，一粒粟米

也可以视作一个世界。当然对于这个世界的真正本质，佛道是无法解释的，所谓的“金粟世界”，也无非是一种虚幻的想象而已。但是今天的科学家却真的在探悉这细微的大千世界，原子、电子、中子、基本粒子……科学的眼睛穷追不息，它打开了远比金粟小得多的世界内幕，使我们看到，我们面前的微观王国是那样五光十色、色彩缤纷！

卢瑟福 1910 年就形成了想把太阳比作原子核的想法。这是多么奇妙的想象啊！竟然想在太阳与原子核之间划上一个等号。当然，卢瑟福不想作诗，而是想抓住那很小的原子，通过用 α 粒子作为炮弹，从外部轰击原子核。他终于取得了成功。把原子核比作太阳，把电子比作行星，电子围绕原子核旋转就好比太阳系的太阳与行星。卢瑟福的科学等号终于成立了。

“四方上下曰宇，往古来今日宙，以喻天地。”（《淮南子》）我国古人是这样来描述大宇宙的。宇是东西、南北，上下三维扩展的空间，而宙是一维的时间。实际上后来大科学家牛顿对宇宙的认识也是如此。问题是牛顿用运动规律阐述了其间的相互关系。他创造了微积分，又发现了万有引力定律，初步解释了宇宙间一切星辰运动的规律。到了爱因斯坦，又产生了伟大的相对论， $E = mc^2$ ，把时间引进了他的新理论，时间与空间一样，在他的相对论里发挥着决定性的作用。

当然，诗人或其他艺术家所感受到的真理，仅仅在主观上有效。莎士比亚说世界是一个舞台，其实世界并不是戏剧舞台；李白说瀑布是银河，实际上瀑布也当然不会是银河。有一句俗话说：“有一千个读者就有一千个哈姆雷特”；鲁迅也说过，不同的人读《红楼梦》，会把《红楼梦》读成一

部不同的书。很清楚，艺术家们的隐喻，很大程度上要取决于欣赏者的想象力。但科学家却不同，他们的理论必须是客观的，必须能够解决所发现的问题。不管你有没有想象力。在爱因斯坦的 $E = mc^2$ 面前，不管你有没有偏袒，它总是带有某种绝对的强制性。如果我们说科学家既富诗意又有哲理，那就再恰当也不过了。

于是，我明白了：

曹雪芹给林黛玉开的中药方为什么至今有效。

达·芬奇为什么既是一位伟大的科学家又是一位画家。

爱因斯坦的小提琴为什么拉得那么出色。

列宁为什么要说：“我不知道还有比《热情奏鸣曲》更好的东西，我愿每天都听一听。”

……

因为科学、艺术、生活之间本来就存在着某种隐喻，在我们的思维中，本来就存在着无数个等号在发挥着效应。就象打仗一样，艺术家需要科学的后勤补给，科学家需要艺术的食粮及营养。奉献到我们面前的无数个创造性成果，原来是科学与艺术的结晶。

朋友，要是你思维中也存着某种创造性的隐喻，那么，就大胆地让它张开翅膀吧！

二、远近高低各不同

—— 学科的汇流及分化

“横看成岭侧成峰，远近高低各不同”，苏东坡的这两句诗，也可以用来形容当代科学发展的一个概略。

如果把整个科学看作连绵的群山，那么那一门门相对独立的学科，就是一座座各露丰姿的山峰。“边缘学科”、“中介学科”、“交叉学科”、“综合学科”、“横断学科”，这些“远近高低各不同”的科学山峰，其实也正是我们横看、竖看、远看、近看所产生的不同视觉的结果。

“解剖分类”的原则

古希腊科学家赫拉克利特，对世界发表过这样的看法：

“世界是包括一切的整体，它不是由任何种或任何人所创造的。它过去、现在和将来，都是按规律燃烧着，按规律熄灭着的永恒的活火。”这就是被列宁高度评价为“对辩证唯物主义原则绝妙的说明”的著名“活火说”。

即使从今天的眼光来看，赫拉克利特的论述还是有可取之处的。首先，它是从世界的本原出发来研究世界的；其次，它还反映了从整体上认识客观世界的愿望。

赫拉克利特的学说毕竟是笼统和模糊的，受当时生产水平和科学水平限制的。在长达千年的所谓中世纪“黑暗时期”，

科学始终处于零散而无系统的阶段。

从 15 世纪下半期开始，近代自然科学开始形成科学体系和向全面发展。达·芬奇作为这一时期的代表人物，开始分门别类在统计学、地理学、天文学、博物学、动物学、解剖学、植物学等方面进行搜集资料和观察整理的研究工作。

这种对科学分门别类的研究，同时也激起了人类从整体上探索和揭示科学体系结构的愿望。培根可以说是近代第一试图描绘这幅学科汇流图画的科学家。他把人类理性能力分成三种：记忆、想象和判断；同时也把科学分为三类：历史是记忆的科学；诗歌、艺术是想象的科学；哲学（包括自然科学和人类科学）是理性判断的科学。培根的这个观点还受到法国资产阶级启蒙运动时期的“百科全书”派的欣赏，并且把他的《人类知识体系图表》载入《百科全书》。

18 世纪末，圣西门提出了以研究对象作为科学分类、揭示和描述科学体系结构的原则。他把见到的一切现象分为天文现象、物理现象、化学现象和生理现象，相应的学科也就是上述四门。后来，黑格尔把各门学科（数学、力学、物理学、化学、地质学、植物学、动物学）纳入了他的哲学体系，使他的分类，在当时达到了完备的水平。

后来，伟大的革命导师恩格斯总结了前人的经验，分析和概括了 19 世纪自然科学的成果，提出了“解剖分类”的原则。他按机械运动、物理运动、化学运动、生物运动和人类社会形态等五种形态的发展次序，把各门学科排列起来，形成了一个系统的科学体系结构。这一科学分类的方法，直到今天，仍是我们研究学科汇流和分化的基本指导思想。

分化和汇流交融

当代科学领域，学科林立、层层覆盖，出现了奇峰耸立、层出不穷的新景象。

据科学家不完全统计，目前，学科门类已达 2000 多门。据美国国家研究委员会和联合国科教文组织的统计表明：当代的基础科学已有 500 个以上的主要专业，技术科学则有 400 多种专攻领域。

拿化学来看，你可以找到从事量子化学、高分子化学、结晶化学、热化学、光化学、电化学、结构化学、表面化学、化学动力学、辐射化学等方面的专家，但你要找一个精通所有这些方面的化学家，怕办不到。

自然科学的这种学科分化，是人类认识世界的不断深化和具体化的表现。并且这种发展不仅在一个门类中越分越细，而且在各门学科之后再综合，在这个新的综合的基础上又分化出新的学科。可以说，当代科学就是在这种学科的汇流和分化的辩证统一运动中，发展和成长着的。

这种汇流首先在各门学科内部的发展中表现出来。拿数学来说，数学的各种分支日趋繁多，科学家们就开始探索这个学科所潜在的共性，提出了使数学各门学科汇流的新理论。19 世纪后期，德国数学家克莱因提出了“群”的新观点；20 世纪初，美国数学家伯克霍夫提出了“格”的观念，80 年代的法国布尔巴基学派又提出了结构概念，这些理论，都想从总体上来统一数学。

其次，这种汇流还表现为横向科学的大量出现。这种新的横向科学大都具有综合性。比如，环境科学，它的研究领

域就十分广阔，不但包括了自然因素，同时还包含了一定的社会因素。它以生态学和地球化学为主要基础理论，利用化学、生物学、物理学、地学、医学、工程学等各领域的科学知识，对人类活动引起的空气、水和土地、生物等环境的问题，进行综合性的研究。

再则，学科汇流还出现了一个新的情况，那就是自然科学和社会科学的合流。70年代召开的一次国际历史学家代表大会，专门研究了历史研究中如何应用数学方法的问题。一些自然科学中的特定概念，日益被社会科学所吸收。比如，今天在我们日常生活和社会科学研究中，“信息”、“反馈”等概念，已经运用得相当普遍。罗根还把热动力学中“熵”的概念引进了经济学，电子学家坦纳把“阈值”概念引入心理学领域。我国的历史学家把控制论引入历史研究范畴，用来研究中国封建社会的特殊结构等等。日本学术振兴会会长增田四郎认为：自然、人文和社会这三个学术领域是不能截然分开的。可以说，自然科学和社会科学的汇流是一股不可遏制的潮流。

调整学习战略

研究学科汇流和分化，目的是为了调整我们的学习方法。我们如何用新的学习战略来适应这种情况呢？笔者认为，有以下诸点可供参考。

研究学科汇流的“大趋势”，调整学习目标。科学高度综合和分化的形势，导致了知识总量的急剧增长，这就要求人们具有一个广博的知识结构去适应它。日本的教育界早在70年代初就提出了第三次教育改革的目标，也就是改变过

去那种专业科目繁多、划分过细的“纵向深入型”培养方法，要培养出他们所谓的“世界上通用的日本人。”在具体做法上，是打破原先各系的刻板划分，用设立综合部、综合学科去适应这种新的需要。这种做法值得我们参考。看来，在现代教育中，提倡“百科全书式”的通才教育是刻不容缓的。

研究学科和分化中出现的新知识，用来调整学习的方式。学科汇流和分化实际上是知识不断更新的过程，它体现了知识总量的增长不单纯是知识的堆积，而是在不断进行着新旧更替和发展。美国全国科学委员会副主席玛丽·古德说：“现有的物理学、化学、工程学和生物学等科学方法的知识中，有90%是1950年以来积累起来的。”这种知识不断更新的形势，自然要求我们改变过去那一种一次性学习就定终身的做法。国外现在大力提倡的“终身教育”就是这方面的有力措施。

研究学科汇流和分化中的创造性因素，以此来调整学习目的应当提上议事日程。过去一直把记忆当作主要目的，有所谓“仓库理论”之说，这就是单纯把大脑当作存储知识的仓库。但新技术革命已经有力冲击了这一旧的学习观念，特别在学科的汇流和分化中，使我们看到创造性智慧的活跃。这也给学习带来了一个新的要求：不是单纯记忆某些知识，更重要的是要去掌握一定具有普遍意义的创造理论和技能，从根本上去认识和把握事物发展的一些带根本性的规律。

科学分支的新分类

学科的汇流和分化是当代科学发展的一个“大趋势”，认真研究和掌握其中的一些规律，将使我们在新技术革命的

浪潮中耳聪目明，掌握主动。

有鉴于此，圣马力诺国际科学院对科学分支作了新的分类，这种分类颇有新意：

1. 控制论

1.1 人文科学控制论（心理控制论，语言控制论，控制论美学，社会经济控制论，教育控制论，法律控制论）。

1.2 普遍控制论（信息论和编码理论，逻辑网络及抽象自动化理论，普遍调节理论，适应定向理论，信息学）。

1.3 机器控制论（远程通信技术，信息储存，调节技术，电子计算机和自动控制技术）。

1.4 生物控制论（包括控制论医学）。

2. 文化科学

2.1 基础非控制论人类科学（非参量心理学、人种学、语言学和社会学）。

2.2 非控制论社会科学（管理科学、经济学、法学，政治学、教育学、非控制论的通信和情报检索学）。

2.3 非参量艺术科学（音乐学和音乐史学）。

2.4 整体化文化科学（比较宗教学和宗教史、社会地理学、普遍历史学）。

3. 结构科学

3.1 思维结构科学（符号逻辑学、算法系统学、普通公理学、算术和数学科学、概率计算、普通系统）。

3.2 形象结构科学（几何学、电影摄制学）。

3.3 形式数学（代数学、级数、函数、方程式，分布等理论，向量计算、阵论、微分、积分）。

4. 哲学

4.1 基础科学（哲学逻辑、认识论）。

4.2 哲学价值论（哲学美学、道德哲学、法哲学、国家论哲学）。

4.3 模型及科学学（普遍模型理论、普遍科学学、专门学科的哲学）。

4.4 观念历史学（哲学史、专门学科的历史）。

5. 自然科学

5.1 物质学，即有关于随时间地点而转移的有关法则的普遍理论（物理学及其应用工学：构造静力学、机械工程学、电机工程学等；化学及其应用工学）。

5.2 地学，即关于天文地理的理论（天文学、大地测量学、自然地理学、地质学）。

5.3 生物科学（普遍生物学、植物学、动物学、医药学、农学、营养科学、生态学）。

6. 形态科学

6.1 视听文献学（科学摄影、电影摄制、录音学，博物馆学）。

6.2 工具形态学（人类工程学，技术设计学）。

6.3 环境规划学（建筑学、园林学、城区规划学、交通规划学、旅游学）。

三、巧思妙想织经纬

——“突发机制”纵横谈

生活，是一部创造的历史。创造者们用其智慧的火花，给我们的生活增添了灿烂的色彩。在人类的创造性劳动中，往往会有一种智慧之光突然闪亮进发的现象，人们称为“突发机制”，它是人的大脑的一种特殊功能。从形象思维的角度来说，叫做“灵感”，也有人叫它为“创造性来潮”，或“创造性思维”。

这种创造力基本上可概括为两大类。第一类是形象思维中的灵感；另一类是严密逻辑推导过程中的突然领悟。人的这种“突发机制”，实际上是创造力、记忆力、调节力以及人体生命力高度综合的一种集中表演。

高尔基说：“艺术是靠想象而存在的。科学使想象变成现实。”“蛆和牡牛永远停留在原状，就是因为它没有思索能力，即没有想象和臆测的能力。”

狄德罗说得更明确：“想象，是一种特质，没有它，一个人既不能成为诗人，也不能成为哲学家、有机智的人、有理性的生物，也就不成其为人。”

“巧思”与“创造”

那么，科学上的“巧思”，又有哪些可循的规律呢？毛

泽东同志在他的《实践论》里，把人的认识的升华用“去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里”的思考来表达。怎样才能达到这样的科学概括呢？

想，要敢于打破习惯的框框。习惯成自然，习惯有科学的也有不科学的，要注意有时候摆脱它的束缚。比如，火箭发射的最初阶段需要在火箭喷流中安放一个燃气舵，用它来纠正火箭姿态。但燃气温度这样高，有什么材料能如此耐热呢？结果只用了一个木制的燃气舵就解决了。原来火箭速度快，在木舵烧掉之前就达到了需要速度，这时燃气舵烧掉也就无关紧要了。

想，也可以在似乎“荒谬”之处动动脑筋。非欧几何就是这样诞生的。有人认为，欧几里德几何中平行线不相交的“公理”也许不是一个独立的公理。为了证明它，就有人假设平行线相交，看看将得出什么荒谬的结论，结果推导出了一个全新的非欧几何。在本来“荒谬”的设想中，“柳暗花明又一村”，开辟了新的科学领地。

生活中，我们经常听到“反过来想一想”，“换一个角度想一想”；或者，把整体分解成若干分支来想一想，或者将局部联系成整体或者与其他有关的整体结合起来想一想，这样就会使自己的创造性思维找到新的触点。

画家有时把自己的画倒挂着来看，作家要将自己的作品压一段时间再修改，都是为了取得新鲜的概念，它也反映出与科学的共通之处。

要创造，就善于做有心人，做善于动脑筋的人。你看：钟表匠瓦特发明了经线织机；从螳螂的前臂得到启发，进而发明了锯；从人耳鼓膜的构造触发灵感，进而发明了电话，……

智在积累

我们读《红楼梦》，不但为曹雪芹的艺术描写所感染，还从中学到了大量有关医学、地理、园林、烹调及服饰等多方面的知识。说它是一部《百科全书》一点也不言之过份。曹雪芹的渊博学识真令人惊叹！

哥白尼发表“天体运行论”，提出了“日心说”。这个创造性思路的涌现，据他自己所说，不但因为他详尽研究了有关天文学及数学等方面的理论，还“不辞劳苦地重读了我能得到的所有哲学家的著作”。

我国有句成语：“厚积薄发。”它很科学地说明了人的“突发机制”的产生、发挥与平时积累的辩证关系。有人用蜜蜂酿蜜作比喻，蜜蜂要酿 1 公斤蜜，必须在 200 多万朵花上采集原料，来往飞翔 45 万公里，相当于绕地球赤道 11 圈。所以中国儒家历来重视“博”，所谓“一物不知，儒者之耻”。刘勰说：“博见为馈贫之粮，贯一为拯乱之药”，有了充实的积累才能“如矿出金，如铅出银”，产生突发和飞跃。“晴空一鹤排云上，便引情到碧霄”。只有在坚实粗壮枝杆上，才能结出丰硕甜澄的果实。

从心理科学角度来看，人的智力有其针对性、广阔性、深入性、灵活性。我们要的那种广博性，不是那种“满腹经纶”的书呆子，也不是装满元宵的茶壶，而是要形成创造机智、引起触类旁通的那种条件。有人将其比喻成象停在军港里升火待发的一艘军舰，准备一接到通知就开向思想深处的海洋。针对性，指针对着既定的突发目标。广阔性，是突破思想的局限与框框。深入性，是对下一步的科学预见。灵活

性，则是对各种情形的最明确迅速的反应。

这种广博积累与创造性之间的关系，科学家们还力图用科学实验来加以验证。信息传递主要发生在神经的轴突与树突区接近处。信息输入是否充分，直接影响树突刺的生理状态，它与人的智力的发展是统一的。如果这部分的神经细胞平时缺少推动及锻炼，那么，也就不可能产生富有成效的兴奋。

现代科学的发展，还清楚地显示出：要想在今天的某个未知领域有不同凡响的创造，就一定要文理相通。古代的哲学家就是自然科学家，亚里士多德就是一个典型。他几乎通晓天文、生物、物理、逻辑，以及心理，历史、伦理、美学等等。当今世界各种学科发展更是纵横交错，学科林立，移花接木，互相渗透。正如一位德国物理学家指出的：“科学是内在的整体。它被分解为单独的部门不是取决于事物的本质，而是取决于人类认识能力的局限性。”由合到分，由分到合，也可以说是一条普遍规律。

提倡广博，当然还要注意专精。一个人要做到样样精通，面面俱到是不可能的。要想在这广浩的知识海洋里自由翱翔，就要择其所需，提挈要领，真正做到为我所用。“不积跬步，无以至千里；不积小流，无以成江海”，只要持之以恒，就一定能成为一个又博又专的人材。

“突发机制”规律探

“突发机制”是在一种什么样的情况下产生的呢？

一、它是长时间思考及思想达到饱和的产物。也即是我们常说的厚积薄发。“突发机制”只能产生在某个集中点上。因此，它要求摆脱其他有兴趣的事，形成一个专一的兴奋中心。

二、“突发机制”作为一个完整的思维过程，它不能中途被打断，它有连续思维的特征。

三、它往往产生于在紧张之后的某一种松弛阶段。这就是许多科学家都是在清晨有所创造的缘故。

四、在与别人的讨论及争辩中，思维的火花受到敲打，发出夺目的光彩来。它对于工作的过度疲劳、繁琐事件以及噪音，最具对抗性。

总之，它的产生是某种必然趋向与某种偶然因素的结合。

英国著名物理学家廷德尔说：“有了精确的实验和观测作为研究的依据，想象力便成为自然科学理论的设计师。”请你把握住创造性智慧的规律，让“突发机制”放出奇光异彩吧！

四、走自己的路

——发明的命运

科技发明史上有不少这样的例子，一项新发明刚诞生时，几乎要遭到社会各方面众口一词的反对。所以，科学家及发明家不但要埋头致力于他们的新的创造，还得应付这种种诽谤、诬陷、掠夺、诉讼。

爱迪生这位大发明家一生获得了一千多件发明专利，可是又有谁知道，他的发明过程不但在他的实验室里，还在法庭上打了上百起官司。以致于有时他苦笑着告诉朋友，他的一生，花在法庭上的时间超过了他在实验室的时间。当爱迪生在电气上取得了某项新发明时，当时一些一流的电气科学家们利用各种报刊及讲坛攻击爱迪生是一位“吹牛”的骗子。面对舆论的攻击诽谤，以及一些卑鄙的资本家又企图利用这种掩护将其发明窃为己有，爱迪生发出了如此感叹：

“我几乎没有从我的发明中获得利益。迄今在我的一生中共取得了 1180 件专利。如果把实验费和在法庭上使用的辩护费加在一起计算，那么，支出的费用远远超过这些专利给予我的费用。”

他的苦衷由此可见一斑了。

X射线的发现，本是物理学的进步，但在当时竟然掀起了一场轩然大波。

伦琴发现了 X射线以后，维也纳报纸用了这样的标题：