

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

少年哲学向导丛书

科学殿堂里的哲学之光

—科学中哲学问题漫谈



科学殿堂里的哲学之光
科学中哲学问题漫谈

科学家与大自然的对话

一、阿基米德与皇冠

——第一个科学发现

什么是路？就是从没路的地方践踏出来的，从只有荆棘的地方开辟出来的。

——鲁迅

公元前 287 年，古希腊叙拉古国的海罗在锡拉丘兹称王后，为显示自己的丰功伟业，决定制造一顶金皇冠放入一座圣庙，献给不朽的神灵。为了使这件事做得完美，海罗国王挑选了优秀的制造商，并精确地称量出黄金交给这位制造商。不久，一顶精美别致的金皇冠被呈献给国王。国王观后十分高兴，心满意足。不料后来有人告发说，在做皇冠时商人盗窃了金子，加上了等量的银子。海罗国王认为自己受了骗，蒙受了奇耻大辱，同时也感到事情果真如此，那是对神灵的亵渎，罪过实在深重。但又苦于无法将商人的窃贼嘴脸揭露于众，因为皇冠的重量与所给的黄金的重量完全相符。为此，海罗国王召见了宫廷科学家，就是当时最著名的力学家阿基米德，让他想想办法。阿基米德了解了这一事情的原委后，日夜冥思苦想。一天，他在洗澡，当身体慢慢浸入水中时，澡盆中的水逐渐溢出澡盆外。这一简单现象使阿基米德的思路豁然开朗。他一下子从澡盆里跳出来，光着身子欣喜若狂地大叫：“找到了！找到了！”他找到了解决问题的办法。

根据洗澡这一事实所受的启发，阿基米德设计了一个实验。他做了两件物体，每件的重量与皇冠相同，一件是黄金的，另一件是白银的。他把一个大容器装满水，首先把银制品放进去，而后再取出来，再用量杯把水注入容器，直到恢复原来的满度。这样，阿基米德根据溢出的水的体积与沉入容器中的银制品的体积应当相等的道理，求出了银制品的体积。在此之后，阿基米德又把金制品放入装满了水的容器中，再取出来，并像上一次一样用量杯把水再装满。他发现第二次溢出的水没有第一次那么多，稍微少了一点点。这说明金制品的体积比相同重量的银制品的体积要小，两者之差恰好是两次溢出的水的体积之差。最后，他又用水装满容器，并把制造商制造的皇冠放入，发现皇冠排出的水比同样重的金制品排出的水要多些，而比同样重的银制品排出的水要少些。由此他断定制造商在金子里掺进了银子，从而帮助国王判定了制造商窃取金子的罪行。

阿基米德从这个揭开皇冠之谜的实验中深受启发，撰写了《论浮体》一书。书中他叙述了所发现的浮力原理：把物体浸在任何一种液体中，液体所排开的体积等于物体所浸入的体积；物体所受的浮力（即物体在液体中所失去的重量）等于该物体所排开的液体的重量。诚然，阿基米德的发现主要是基于灵感及简单的实验，并未借助于什么复杂的设备和仪器，但却不失为人类科学史中第一个完整的、真正的理论发现，成为世代人们传颂的美谈。

在科学产生的萌芽时期，虽然有许多科学家、自然哲学家提出一些学说和理论，也做过一些粗陋的实验，但像阿基米德发现浮力原理那样，既具有设计精密的实验作为基础，又从实验中发掘出定理和规律，并以理论的形式加以阐述的却寥寥无几。阿基米德之所以能摘走科学史上第一个科学发现的桂冠，主要是因为他迷恋科学，有强烈的求知欲，以科学研究为最大乐趣。

一位传记作家描述：“他常被人逼着才去洗澡，擦香膏，可是就在这这时他还要在地上画几何图形，用手指在他那涂了油膏的身上画几何线，满脸乐陶陶的神气，真像是诗神附体一样。”其次，是因为阿基米德在科学活动中注重实验、强调技术，同时又进行严格的理论论证和逻辑推理。在这些方面，阿基米德一直得到各个时代科学家的高度评价。达·芬奇是阿基米德的崇拜者，伽利略则以阿基米德的后继者自居。莱布尼兹说：“无论谁，只要穷究阿基米德研究的真谛，就会很少赞叹近人的发现。”20世纪美国数学家、哲学家怀特海说：“可以把数学的天才同物理学的洞察力兼而有之的阿基米德，与数学物理的建立者、差不多在他之后二千年的牛顿相提并论。”

科学发现可称为人类智慧的花朵，是人类进步和社会文明的一个重要特征。它在人类认识史上总表现为惊世骇俗、激动人心的事件，而且总能为人类带来某些幸福。长期以来，人们一直在探索着科学发现的内在机制，在追寻着科学发现是否有逻辑可循，是否是一个不能理解的神秘的禁区等问题的答案。上面叙说的皇冠的故事中，阿基米德对浮力原理的发现为科学殿堂奠定了第一块完整的基石，因此它对我们认识科学发现的规律颇具裨益，大有启发。

从中我们可总结出科学发现所遵循的某种途径或规则：

简单的经验事实(无意中的) 引发灵感并产生某种新思想或新观念(伴随科学家强烈的求知欲) 设计并进行实验证明(自觉性的) 经逻辑推理将新思想变为一种新理论 著书立说。

由此不难看出，科学发现并非完全是非逻辑性的，而是有某种规则可循的；也并非是不可理解的神秘的禁区，而是可以为人类认识和把握的。

二、“哲学仪器” ——科学仪器

科学家经过许多世纪以来，陆续配备了他们自己的全套应用的物质工具，就是科学仪器。

——贝尔纳

欧洲的中世纪(从5世纪到14世纪)，在历史上被称为“黑暗时代”。恩格斯曾评论说：“它把古代文明、古代哲学、政治和法律一扫而光。”唯一的生存者似乎只是基督教。那时候书籍非常少，人们很少写字，脑子里尽是迷信思想(巫师可以随便将灾祸和死亡加给别人)。学者们都忙于思考和争论关于人死后来世的问题。在这一为愚昧、野蛮和迷信充斥的时代，科学处于暂时的“冬眠”期。15世纪初，人们开始探索周围的世界。首先觉醒的是意大利的一些大城市，如佛罗伦萨、热那亚和威尼斯。它们都位于去中国、印度等东方文明古国的商路上，是贸易的中心。东方文明的输入，唤醒了西方这一沉睡的世界，尤其是印刷术的出现使许多新思想得以涌入和迅速传播。于是著名的文艺复兴运动开始了，一大批科学巨人诞生了——达·芬奇、哥白尼、第谷、开普勒、伽利略……实验科学的种子也就随之在这片土地上萌发。它宣告了一个伟大时代——近代科学时代的来临。当时近代科学产生的一个重要标志，是科学家对科学实验中所运用的各种仪器、工具及设备的研制，因为它直接决定了科学实验的精确性，决定了实验科学或近代科学产生并独立的进程。在当时的社会背景及人们的一般观念中，各门具体科学仍

包罗在哲学中。同样，科学家在科学实验中运用的仪器或工具仍属哲学的范围。因此，一当时人们把这些专门用探索自然规律而进行科学实验的仪器称为“哲学仪器”或“智慧工具”。这就是我们今天所说的科学仪器。

达·芬奇不仅是伟大的画家，而且是数学家、工程师。他十分重视机械学，认为机械手段的设计和制造是推动科学研究和发展的重要基础。因而他发明了多种“哲学仪器”，如自动锯、测风器、温度计、鼓风机、水车等。

16世纪的丹麦天文学家第谷·布拉赫，14岁时就在哥本哈根对1560年10月21日的日食作了观测。第谷的一生十分幸运，他一直得到欧洲一些国王的支持。1576年，丹麦国王斐特列为他建造了一个庞大的乌兰巴尼天文台。第谷在这座“空中堡垒”中工作了多年。他的天文观测工作准确而细致，为此他自己设计并制造了当时世界上第一流的观测仪器。1569年，他在一次访问中为奥格斯堡市长设计了一台巨型象限仪。它可通过操纵杆来运行，以精确地观测地平线上的任一天体目标。第谷还设计并制造了著名的墙象限仪及经纬仪。第谷借助这些精良的科学仪器和装置，用他敏锐的观察力，作出了当时世界上最准确的天文观测。他用反覆观测和组合观测的办法减少误差，因此在他的星表中，标准星座标的概差仅为25秒左右。这一切，极大地推动了天文学的发展。

对科学仪器有划时代贡献的是16世纪著名的意大利科学家伽利略。由于杰出的贡献，他获得了“实验科学奠基人”的称号。他在讲授筑城学时为改进制图仪器而试制了比例仪。他的比例仪可用来放大地图，既精确又简便，他称其为“军用几何仪”。今天绘图员还在使用的函数尺就是在伽利略最初设计的基础上加以改进制成的。伽利略还曾小规模地制造这种仪器，为此他雇用了两个人。一个人在他的指导下制造比例仪，另一个人用意大利文抄写使用说明书。虽然他的大部分学生都使用拉丁文，但伽利略却用意大利文书写说明，为的是让普通老百姓也能看懂。就在此时，伽利略还发明了另一种有趣的仪器，即空气温度计。

当时在科学界，第谷及其学生开普勒对天文学发展的贡献深深地影响了伽利略。他读完开普勒的《新天文学》一书后，希望有一天能证明它。事实上，伽利略自己证明它的这一天比他所希望的来得更快。

1609年6月的一天，伽利略听到一个消息，说荷兰有一制作眼镜的人，名叫利波塞，发明了一种奇怪的管子，用它看东西能将东西放大。伽利略也决心制造这样一个镜管。他找来了所有关于透镜的材料，数量很少，几个钟头就看完了。他弄清了镜管的基本原理，于是拿起笔和纸开始画透镜和管子的图，并进行了大量的计算。然后他花了很长时间来研磨玻璃，把它一片一片地磨好，擦亮，一直到这些玻璃完全符合要求为止。他准备了一个双层能滑动的管子，一头安装一片大的凸透镜，另一头安装一片小的凹透镜。他从凹透镜的一端看去，把管子对准窗外的一棵树进行调整。他很惊讶，树叶看起来清清楚楚，就像拿在手里一样可以看到叶子的筋脉，也可看到虫子上面咬的小洞。他把镜管转向教堂的钟塔，也是那样，看起来又大又近。他成功了！但伽利略仍不满足，他知道只要用耐心和劳动还可以制造放大更多倍的镜管。1609年的整个夏天，他都在研制这种镜管，致使他的第二个镜管能把物体放大60多倍。这一仪器在1611年被取名为“望远镜”(telescope)。这是一个新词汇，是由希腊词中的“望”与“远”两个词合成的。在此以后伽利略继续改进他的望远镜，这种改进工作用去了他所有的时间，占去了他

的整个精神世界，以致于他的家人都从他的身边离去。经过一番艰苦的劳作，他终于制成了一个能放大一千倍的望远镜。他高兴得像一个孩子有了新玩具那样摆弄着他的最新的望远镜，抚摸它，检查它的每一部分，等待着晴朗的、星光灿烂的夜晚。1609年的深秋，伽利略把望远镜指向天空。他看到了从来想象不到的怪事：天鹅绒似的天空中，布满了无数颗星星；月亮像地球一样表层上有山脉；太阳上有黑子。他还认识到，月光是阳光的反射，太阳是太阳系的中心。1610年3月，《星的使节》一书在威尼斯出版，伽利略向全世界宣布了他用望远镜所发现的事情。

在近代科学的形成过程中有许多科学家像第谷、伽利略那样研制出了多种科学仪器，并用于实验探索和理论研究。可以说近代科学的主要特征之一就在于使用科学仪器，因为科学仪器的出现使人类的认识活动彻底超越了前科学阶段那种完全局限于肉体感官的认识方式和认识水平。

随着现代科学技术的发展，科学仪器在科学认识活动中的作用越来越重要，并日益多样化。例如，各类望远镜（光学的、射电的）和显微镜（光学的、电磁的、声学的）的使用，把人的观察范围扩展到 10_{23} — 10_{-13} 厘米。随“大科学”时代的来临，科学研究规模增大，科学研究所使用的仪器不仅越来越高级、精密、尖端，而且往往需要构成一定的系统，具有综合特征，如电子计算机和自动控制系统的产生和运行。如果说以往的科学仪器是人的肢体和感觉器官的延伸、强化，那么电子计算机、自动控制系统则是人的思维器官——大脑的延伸，对人类智力的放大和模拟。因此，人们往往将以电子计算机为核心的自动控制系统叫做“人工智能系统”。

总之，科学仪器是人们为研究自然界各种现象及其性质、规律而创造和使用的专门物质技术手段，是科学研究中不可缺少的要素，在一定意义上可以说，科学仪器是科学认识手段的“硬件”，而科学方法则是科学认识手段的“软件”。

三、“科学的躯体” ——观察活动和实验活动

观察和实验是科学的躯体……概括、学说、假说和理论是科学的灵魂。
——门捷列夫

1902年，俄国著名生理学家巴甫洛夫进行了一个生理和心理学实验。有一次，巴甫洛夫看工友喂狗。当工友给狗吃肉片时，狗的口水就流出并滴下来。由于肉片太少，狗没有吃饱。巴甫洛夫叫饲养员再去拿些肉片。饲养员走后，狗因没有东西，口水也就不再流出来。不一会，当走廊里传来饲养员的脚步声时，虽然这条狗还没有看到饲养员，也没有看到他拿着的肉片，但它竟兴奋起来，嘴里又流出了口水……于是，有一个问题立即在巴甫洛夫的脑海里出现了：为什么狗只要听到饲养员走来的脚步声就会流口水呢？

这位生理学家陷入了沉思。他推想的结论是：狗已经习惯于随饲养员脚步声而来的是吃东西，狗的大脑已经把饲养员的脚步声和随之而来的食物联系起来，这是听觉神经给大脑的信号。狗是这样，人何尝不是如此？就餐前，饥饿的人只要听到刀、叉、碗、碟的声音，胃就感到难受，便有口水流出来。这个饲养员的脚步声对狗起同样的效果。如果饲养员的脚步声近了，而不是别人的脚步声，那么，狗的大脑就会明白这意味着什么，于是大脑发出命令，

胃液和唾液便随之流出。

巴甫洛夫觉得这一发现很重要。为了弄清狗流口水的原因，巴甫洛夫从狗的颊部开刀，发现狗的口腔里一共有六条唾腺：一对耳下腺，一对下颊腺，一对舌下腺，都是流口水的。他切断了位于耳朵下面的一条耳下腺，并把这条腺拉到外面来，使流出的口水不落在嘴中，而流入体外的一个玻璃瓶里；其余五条唾腺的口水仍旧涌向嘴里。这样对狗的健康并不妨碍，动过手术的狗也不会感到痛苦。

接着，巴甫洛夫叫人把实验室四周的墙都贴上橡皮，不让狗受到外面声音的扰乱，而只根据实验的需要让这只狗听某种声音或受某种刺激。

结果发现，无论是脚步声、流水声，或是灯光，或是剃狗的毛，甚至用火烧烫狗皮，只要同时喂东西给狗吃，双方配合几十回后，都能使狗流出口水。这就是大脑皮层神经细胞的功能，巴甫洛夫称之为条件反射。他发现，动物的一切习惯、一切技能，都是一种和大脑皮层神经细胞活动有关的条件反射，从而为人们揭开大脑的秘密迈出了崭新的一步。

在上述发现过程中，巴甫洛夫开始时是在自然状态下观察并发现了下列现象：工友用肉片喂狗时，狗的口水流出；待饲养员离开再去取肉片后狗停止流口水；而在听到饲养员回来的脚步声时，狗又兴奋得流出口水。这种在自然发生的条件下进行的观察就是科学观察。所谓自然发生的条件是指科学家在进行观察时不人为地干预、控制、影响自然现象被考察的方面，而让其保持“庐山真面目”。这也是科学观察活动与科学实验等其他科学实践活动形式相区分的特点之一。

科学观察是科学实践的一项重要内容，并且是科学实践的一种重要形式。它是指科学家在一定目的诱导下，在特定的知识背景中，对自然现象在自然发生的条件下进行的一种主动的考察活动。我们知道，巴甫洛夫是一位杰出的生理学家和心理学家，具有丰富的生理学知识，这是导致他作出上述发现的必要条件。如果巴甫洛夫是一位天文学家或力学家，即使观察到上述现象，他也很难提出“为什么狗只要听到饲养员的脚步声就会流口水”这个问题。科学观察的目的是为了获取自然现象提供的信息，搜集准确而可靠的感性材料，以便人们能从中作出某种猜想和推断，为以后的科学实验提供一定的方向和目的，以达到对自然现象和规律的正确认识。在上面的实例中，巴甫洛夫从开始时的科学观察作出了大胆的推想：狗的大脑已经把饲养员的脚步声和随之而来的食物联系起来而流出口水，这是听觉神经给大脑的信号。

巴甫洛夫为验证自己的推断运用了生理学上的一些物质手段，切断了狗的耳下腺，并且让狗的进食与某种外界刺激，如脚步声、流水声、灯光，甚至用火烧烫狗皮等相配合，而主动干预和控制了流口水这一现象，同时还创造了一个不受外界干扰的特定环境。这种在一系列人工控制、干预的条件下进行的观察活动和认识活动就是科学实验。

科学实验是科学实践的又一项重要内容，一种重要形式。这是科学家依据一定的理论或猜测的某种需要，提出实验设计，利用科学仪器和设备，在人工创造的特殊条件下，通过有步骤地控制或模拟自然现象去认识自然事物及规律的一种活动。它一般由三部分组成：实验者，一般是科学家；实验手段，其中包括科学方法、科学仪器和实验装置；实验研究的对象。

科学实验有以下明显的优点：第一，它能够把复杂的自然现象分解成单

个部分，通过干预和控制而排除各种偶然的、次要的因素的干扰，使我们感兴趣的部分以较纯粹的形态呈现出来，便于我们准确地加以研究。第二，它能够对那些难以直接控制和研究的过程，如超高压、超高温、超高速、超强磁场等予以控制，加以研究。第三，它能够采取模拟等手法，把自然界中有些“转瞬即逝”、一去不复返的现象再现出来。第四，它还可以表现为一种特殊的形式和类型——思想实验。比如，伽利略关于速率概念的思想实验，爱因斯坦关于列车闪电般疾驰的思想实验，等等。思想实验虽然是在人的“内心中”，即思想中做的，但它同样给人以感性特征，与实际的实验室实验归属同一个家族，在科学史上也往往不加以区分。

总之，科学中的观察活动和实验活动作为重要的科学实践形式构成了科学发现和科学证明的主要部分，形成了科学家与自然的对话中极其精彩的一个篇章。

四、一盏教堂吊灯的晃动 ——科学发现中的比较和类比

假如一个人能看出当前即显而易见的差别，譬如，能区别一支笔与一头骆驼，我们不会说这人有了不起的聪明。同样，另一方面，一个人能比较两个近似的东西，如橡树与槐树，或寺院与教堂，而知其相似，我们也不能说他有很高的比较能力。我们所要求的，是要能看出异中之同和同中之异。

——黑格尔

每当理智缺乏可论证的思路时类比这个方法往往能引导我们前进。

——康德

1580年的一天，比萨大学医科学生伽利略漫步在比萨大街上，无意间在一座大教堂前站住了。他仔细地端详着那美丽的拱门、圆柱、凌云耸立的塔楼、塔尖，好像是第一次看到似的。伽利略经常路过这里，但从未真正注意过它们。他漫不经心地走进教堂，也许为了更仔细地看看它那富丽堂皇的内部，也许是来祈祷，这些我们永远弄不清楚。但就在他迈进这座安静肃穆的教堂的时候，他不知不觉走上了他生命的转折点。

伽利略坐在一张长凳上，环视那美丽的祭坛、彩色的镶嵌画和大理石的柱子。几百年前建造这座教堂时，这些都是从希腊和罗马的废墟上运来的。突然，他注意到什么东西在晃动。那是大厅中央的巨大吊灯，几个修理房屋的工人使它摆动起来。

伽利略站起来注视它，就像着了迷一样。奇怪！一开始，吊灯以一个很大弧度晃动，晃动快些；当弧度变得小些时，摆动得慢些。这时，作为一个医科学生的伽利略不自觉地用右手手指按在他左手腕的脉搏上，就像在医学院学到的那样。他根据均匀的脉搏跳动来计算晃动的的时间。更奇怪了！不管弧的大小如何，这盏灯每摆动一次所需要的时间是相同的。

伽利略想，如果不是自己的感觉欺骗了自己，就是亚里士多德关于摆经过的弧度越小所需时间越少的论述错了。伽利略决定回到自己屋里用各种不同重量的物体，如铅球、铁球等，在不同长度的绳子上做实验，进行精确的比较，以寻求真理。

这个年轻人很激动，根本不想上医学课了。他到处去借实验用的各种材料，有的甚至是乞求来的。然后他狂热地投入到一个又一个摆的实验中。他

忙于实验几乎不离开他的房间。房椽太低，挂不下长的摆，他就爬到窗外树上，把长摆挂在高树枝上，做进一步的实验。在实验过程中他详细记录了观察结果。最后他在比较中发现：(1) 不管弧的长短如何，重量相同的摆每摆动一次所需时间相同；(2) 摆末端的重量的大小不影响摆动所需的时间；(3) 长摆和短摆每摆动一次所需的时间不同。于是，伽利略发现了摆的运动规律：决定摆动周期的，仅仅是绳子的长度，而与摆末端重量及摆动弧度无关。后来，伽利略还依据上述原理发明了一种“测脉计”，它上面装了一个小摆，医生可以用来测量病人的脉搏。

在摆的运动规律的发现中，伽利略巧妙灵活地运用了比较和类比的方法。比较和类比是科学发现、科学研究中经常运用的思维形式。比较，就是对照各个事物，找出它们的共同点和差异之处，从而确定事物的特殊属性和一般属性。类比可以说是一种特殊的比较，它在不同类的事物中找出相似点为根据，由一类事物的已知属性来推知另一类事物也同样具有这种属性。类比极富于创造性，许多惊人的科学发现及巧妙的技术发明都有它的一分功劳。

世界上一切事物之间都具有差异性和同一性，这是比较普遍运用的客观基础。而在两个事物之间进行比较时，都限制在某些方面或某些角度，并且每一次比较有一个确定的第三者作为中介。譬如，伽利略观察教堂里吊灯的晃动时，在比较第一次摆动与第二次摆动的过程中他侧重于时间因素，而且是以跳动的脉搏作为第三者或中介进行比较的。若没有这一中介，就很难判断出吊灯每次摆动所需时间的相同性。这种比较属于量的比较，或动态比较，或现象比较。同样，伽利略又将吊灯每次摆动所需时间相等的新思想与亚里士多德关于晃过的弧度越小所需时间越少的论述进行比较，其比较的中介是他回自己宿舍后所做的一系列实验的结果。这种比较属于质的比较（即观念的比较），而且这一比较侧重于所比较事物的差异之处。

类比是以比较为基础的，它要在不同类事物之间找出相似点，或反映对象、系统间性质、结构、功能、联系等方面的相似性。

一般地，人们将类比模式化为：

$$\begin{array}{l} A \text{ 有属性 } abcd \\ B \text{ 有属性 } abc \\ \hline B \text{ 可能有 } d \end{array}$$

因此，类比推理在科学发现中的意义，就在于可依据早先获得的关于某一系统的知识推测另一类似系统的信息。类比推理如果从其始点和终点看，是从特殊到特殊的推理，而其过渡则需要依靠联想、启发、甚至直觉及灵感的推动作用。譬如，伽利略对灯的晃动的下意识着迷，同时对灯的摆动在弧度大时摆得快而弧度小时摆得慢这一现象，在大脑中构成强烈的注意点，继而形成灯的有节律性摆动很可能是均匀的这一大胆猜测。接下来，伽利略通过联想将灯的摆动系统与人体脉搏系统进行了类比：

$$\begin{array}{l} \text{人体脉搏的跳动是有节奏性的运} \\ \text{动，而且是均匀的} \\ \hline \text{灯的晃动是有节奏性的运动} \\ \text{灯的晃动是均匀的} \end{array}$$

伽利略通过灯的摆动在时间上均匀这一现象，联想到铅球、铁球等的摆

动也在时间上均匀，导致他在宿舍里做了一系列实验，最后发现摆的运动规律。

五、“两面神思维” ——科学发现中的对立统一原则

爱因斯坦一生的思维似乎大多是关于对立面的问题。

——卢森堡

美国精神病学家卢森堡，在详细研究和分析了科学巨星爱因斯坦创建相对论的科学发现过程后，认为爱因斯坦的创造力是“两面神思维”的一个典型例子。两面神是罗马神话中的门神，它有两个面孔，能同时转向两个相反的方向。这位精神病学家对有重大科学发现和创造性成就的人物作了大量的调查、访问和分析，形成了“两面神思维”这一概念。他对这一概念进行了解释，认为两面神思维就是指同时积极地构想出两个或更多并存的，同样起作用或同样正确的、相反的或对立的概念、思想或印象。在表现违反逻辑或违反自然法则的情况下，这样两个或更多并存和同时起作用的相反物或对立面的表述，就产生了完整的概念和思想。卢森堡在爱因斯坦身上看到了“两面神思维”的模特儿形象。

在学生时期，爱因斯坦就喜欢走自己的路。1899年6月，爱因斯坦不按规定的程序和方法去做实验，结果在进行一次实验时发生爆炸，右手受了重伤。他的物理学教授对这次事故非常生气，曾问助教：“你认为爱因斯坦怎么样？他老是不按我规定的去做。”这位助教回答：“不错，教授先生，他的确是这样。不过他的答案是正确的，他用的方法总是有趣的。”使用与众不同的方法，开拓新的途径，失败是难免的，不过在科学发现中却需要这样一种精神。在爱因斯坦的一切活动中，无论是他的物理学研究，还是发表或陈述他对自然、人及哲学的见解，都蕴含了“两面神思维”。这种思维是一种具有一定目标的思维过程，是积极的表述形式；它积极支持特殊对立的或相反的东西，并且能对表面上看来似乎不合逻辑的情形提出合乎逻辑的假设。

爱因斯坦说：“十分有力地吸引住我的特殊目标，是物理学领域中的逻辑的统一。开头使我烦恼的是，电动力学必须挑选一种比别种运动状态都优越的运动状态，而这种优先选择在实验上都没有任何根据。这样就出现了狭义相对论；而且，它还把电场和磁场融合成一个可理解的统一体，对于质量和能量，以及动量和能量也都如此。后来，由于力求理解惯性和引力的统一性质而产生了广义相对论。”这段话表现了爱因斯坦创建相对论的思维过程有一定的目标，追求对立面的统一。他一直坚持，把对立的或相反的东西统一起来会产生奇迹，是取得科学大发现的一条有效途径。正是以这种“两面神思维”为探索之路，爱因斯坦前半生取得了非常伟大的成就；也正是在这条路上冒险行进，追求“统一场论”而耗费了爱因斯坦的后半生。

“两面神思维”实质上是一种从对立之中去把握统一的方法，即对立统一原则。这种思维虽在20世纪被科学家当作新发现，但它在哲学上自古有之，并非新颖的东西。当然像爱因斯坦那样能创造性地运用于物理学领域则又是空前的。对立统一原则在爱因斯坦那里有了具体化的丰富内容，并被赋予了科学哲学的形式，这无疑是爱因斯坦的一大成果。譬如，他认为在科学

研究中发现对立面的途径应是：先了解原来理论之中的统一性、和谐性、对称性等表现在何处及其所受的限制或所受影响的方面，对立的另一方面就存在于被限制或影响的范围之中。由该理论出发，从分析狭义相对论找到了惯性系的对立面——非惯性系。

六、“星星”和“云朵”知多少 ——科学发现中的概率性推理

你知道有多少星星位于蓝色的天空？你知道有多少云朵飘浮过大地？上帝对它们作过清点，数字虽然巨大，可是一无遗漏。

——一首歌谣

这虽是一首短歌，但对科学家却是一个有趣的话题。歌中问及星星的数量和位置在一定范围内是具有确定性的问题，因此在古代人们就编制了各种星表。这属于天文学领域的课题。歌中问及云朵有多少就是模糊的、不确定的，人们对此难以说清，至多给出一个统计性或概率性的说明。这属于气象学方面的问题。如果你请气象学家给你建立一个“云表”，那他会当面笑说你，或者向你耐心解释说：我们根本找不到永远是一个样子的那种云朵，云朵是变化莫测的。

这种云朵问题，与海滩上沙粒和卵石时时受到海浪的冲击而运动一样具有概率性。诸如此类的事物及过程在大自然中数不胜数，可以说概率性的世界或模糊世界是极其丰富而博大的。

法国科学家拉普拉斯提出太阳系起源于原始的炽热星云的假说，从而清除了上帝的“第一次推动”。在一次盛大的宴会上，不可一世的拿破仑曾当面质问他：为什么在你的天体宇宙学说中没有创造世界的上帝？拉普拉斯傲慢地回答：“我不需要这个假设。”这一响亮的声音使人们感受到自然科学中客观主义的震撼人心的伟大力量。出于对客观性的坚定信仰，人们逐渐形成了一幅“牛顿——拉普拉斯决定论”的世界图景。在这幅图景中，牛顿力学是万能的，大千世界按照牛顿力学毫厘不差地运行，不存在丝毫的不确定性。于是科学等于确定性，不确定性等于无知，似乎也成了不容置疑的公式。

就在拉普拉斯这位确定性大师去世的1827年，“布朗运动”被发现了。随之，那种确定不移的科学观开始悄然塌陷。英国植物学家布朗首先注意到，漂浮在水中的植物花粉不是静止的，而是像跳“塔兰台拉舞”（流行于意大利南部的土风舞）那样无规则地跳来跳去，又仿佛不断地被某种看不见的力量踢来踢去似的。这就是科学史上著名的“布朗运动”。这种运动无论在“牛顿——拉普拉斯决定论”的图景中是找不到的。这些植物花粉虽然颗粒微小，但第一次向宏大的决定论世界图景挑战，其结果就导致了一个概率性世界的出现（后来，法国物理学家皮兰解释“布朗运动”是植物花粉受到热运动中的水分子无数次碰撞的结果）。

19世纪下半叶兴起的热力学，以初生牛犊不怕虎的勇气向“牛顿——拉普拉斯决定论”下了第一道战书。热力学是研究大量热分子无规则运动的。奥地利物理学家玻尔茨曼用统计学的思想出色地进行了研究。他认为热分子运动遵循一种统计性规律，并提出了几率的理论，为概率在科学中争得一席合法地位，开辟了一条通向概率性世界的光明之路。但玻尔茨曼本人却受到了当时欧洲一些科学家的误解、非难和攻击，发生了他最后以自杀作为解脱

的悲剧。

大西洋彼岸的美国物理学家吉布斯在玻尔茨曼受非难时，却独具慧眼，顽强地坚持统计学的思想，用统计方法研究由大量微观粒子作无规则运动的涨落现象，对玻尔茨曼的理论进行拓展和完善，从而对玻尔茨曼的工作给予了有力的支持。

控制论的创立者维纳对此进行了精彩的评论：“从 17 世纪末到 19 世纪末，牛顿物理学一直独霸天下，几乎无人反对。它把宇宙写成一切都是按某种定律精确地发生的，宇宙是一个结构严密的组织，未来的一切都是由过去的一切严格决定的。现在这种观点已经不再在物理学中占统治地位了。为摧毁这种观点的垄断地位而做出最大贡献的，是德国的玻尔茨曼和美国的吉布斯。”

其实，赌博中赌徒希望赢的机会就是一个概率性问题，因为输赢取决于许多随机因素的偶然机遇，不可能准确地预言输赢，而只能依据一定的环境或条件推算其概率。当然，热力学和统计力学所研究的，是由大量元素组成的有无穷多自由度的系统，比掷骰子等复杂得多。

本世纪初，德国物理学家普朗克提出量子的概念；爱因斯坦创立光量子假说并解释了光电效应等等。20 世纪科学革命的一声春雷在科学界上空鸣响，伴随而来的便是概率性世界的一块崭新的天地——量子力学呈现于人类面前。一大批科学巨星灿然升起——玻尔、德布洛依、薛定谔、玻恩、海森堡、狄拉克……其中“测不准关系”的发现和建立不仅揭示了微观粒子的速度和位置不能同时准确地测定，更重要的它是对热力学统计规律的一次超越。它向人们宣称，我们之所以不能预言和确定个别粒子的运动，是因为我们一开始就不可能准确地测定和知道其初始条件。

维纳一再强调他创立控制论的出发点和指导思想是吉布斯的统计理论，指出控制系统中的相互作用是随机的，具有统计性特征。普里高津等人也宣称，耗散结构理论是探索复杂性、随机性及不可逆性。

从上面的一系列深刻变革中，科学家们惊奇地发现，概率性世界向人类展示了一幅更为新奇的、更加广阔而丰富多彩的世界图景。

概率是数学概率论中最基本的概念，它是用以表示一个事件出现的可能性的一个量，因此必然发生的事件的概率为 1，而不可能发生的事件的概率为 0。而一般随机事件的概率为介于 0 与 1 之间的一个数。概率又称为“或然率”、“几率”。

概率性在科学王国中与确定性、必然性一样是普遍的、客观的。概率性规律或统计性规律与牛顿式机械决定性规律不同：前者是通过对同类随机现象进行大量观察而发现的，并且只适用于同类现象的总体而不能适用于个体；它描述这种随机现象总体上的相对确定性状态，而不能确定地描述随机现象总体中某个体的状态。

机械决定性规律或动力学规律的逻辑表达式为“ $A \rightarrow B$ ”，即在有 A 的条件下，B 必然和完全确定地出现。而概率统计性规律的逻辑表达式为：“如果有 A，那么 B 以百分之几的概率出现”，即在 A 出现的条件下，B 出现不是必然的，也不是不可能的，而是具有百分之几的可能性，即概率。

统计概括是获取概率性结论的方式。它的完成既可运用完全归纳法，也可以应用不完全归纳法。运用完全归纳法是理想性的，只是在有限范围内或一定条件下才能完成，如某中学初一甲班 60% 的学生是男生。这里面对的是

“甲班”的有限范围，可以说这是对确定性世界的一种把握。实际上在多数情况下难以应用完全归纳法。对概率性世界的把握只能运用不完全归纳法，其逻辑形式为：

样本中百分之几的 S 是 P

所以，总体中百分之几的 S 是 P

运用不完全归纳法的成功性取决于抽样及对样本把握的成功性。这需要满足以下条件：第一，独立性。从总体中抽取样本必须是随机的，即每个个体具有同样可能被抽取的几率；同时样本之间具有一定的相对独立性。第二，代表性。抽取的样本能最好地呈现总体特征。这就是，抽取的样本必须各有其显著的不同的特性，而样本中各个个体间的差别必须和总体中各个个体之间的差异大体上相一致。第三，适度的量。样本中的个体必须达到一定的数量，以确保样本中显示的规律性具有较大的普遍性和客观性。达尔文为了研究生物进化规律，随贝格尔舰绕地球航行一周，历时五年，待返回英国时该舰的一个货舱里装有差不多半吨重的生物的地质标本。实际上这仅仅是达尔文搜集的大量标本中的一部分，其他大部分早已预先运走。仅在加拉帕戈斯群岛，达尔文就采集了 193 种植物标本。大量的标本为达尔文从事生物学的研究和探索奠定了可靠的基础。

七、奇妙的“云梯” ——科学发现中的创造性思维

在法则的锁链上，闪烁着幻想的火花。

——舒曼

在科学认识和创造中，科学家从事归纳、演绎、分析、综合等逻辑思维的同时，贯穿着非逻辑的思维，即创造性思维，如灵感、直觉、想象等。这些创造性思维架起了科学家采掘重大科学成果的“云梯”。

古希腊哲人和数学大师毕达哥拉斯，有一次走过一家打铁场时，为非常有节奏的打铁声所吸引，于是走上前去，竟意外发现铁锤的大小、重量及敲击的轻重程度，都与打铁发出的谐音有一种确定的比例关系。由此毕达哥拉斯认识到音乐的和谐与数学的比率可能是相关的。

一个著名的故事说，牛顿在沃尔斯索普的果园中碰巧看见一个苹果从树上掉下来，一瞬间一个念头闪过他的脑际：为什么苹果往下落，而不是往天上去呢？既然苹果往下落，那么为什么月亮不掉下来呢？由此，牛顿得出了“重力”的概念，进而发现万有引力定律。

德国化学家凯库勒在公共马车上打瞌睡时勾勒出了碳链结构式。更令人惊讶的是，在 1865 年的一天晚上，他在根特的书房里写教科书，不知不觉在火炉边打起瞌睡，迷迷糊糊地睡着了。梦里他看见碳原子像炉中柴火一样闪着火星，在眼前飞舞，又突然连结起来，犹如蛇一样弯曲盘绕，咬住了自己的“尾巴”，旋转扭动。凯库勒从梦中惊醒，化了整夜的工夫整理，于是苯分子的六角环状结构诞生了。凯库勒在睡梦中获得灵感从而导致科学发现，成为科学史上广为流传的佳话。

俄国化学家门捷列夫在 1869 年 2 月 17 日建立了第一张元素周期表。他发现元素周期律的决定性观念是在很短的时间内完成的。这一天，门捷列夫准备动身去彼得堡。当他提着箱子要上火车时，一个天才的念头在他的脑海

里突然出现：元素按原子量由小到大排列，呈周期性变化。在此之前，门捷列夫从各方面研究过元素及其化合物的相互关系，总是不得要领。这可真是踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫。

法国数学家彭加勒在科学创造中也得益于灵感和直觉的闪现。据他自己回忆，一天晚上，他违反常例，偶然喝了咖啡，不能入睡，各种思想一起涌入脑海，互相冲突排挤。其中有两个想法互相联系起来。到第二天清晨，他终于弄清有一种福克士函数存在，而且可以由超几何级数推出。后来他参加了一次地质考察旅行。一路旅行使他把数学方面的事情忘得一干二净。他到达哥当士以后，与别人一起坐公共汽车，就在脚刚踏上汽车踏板的一刹那，一个新的思想倏地涌入他的大脑：福克士函数的定义转换式与非欧几何方面的某种转换式是相同的。

19世纪的奥地利音乐天才舒伯特，有一天与几个朋友一起散步于维也纳的郊外。在返回的路上，他们走进一家小酒店，谈话间偶尔发现桌上放着一本莎士比亚的诗集。舒伯特随手拿过来读了起来。忽然，他大声嚷道：“旋律出来了！可是没有纸怎么办？”他的朋友立刻拿过桌上的菜单翻过面来递给他。瞬间，音乐的灵感喷薄而出，不到15分钟他便谱写完《听哪，听哪，云雀》这首著名诗篇的全部乐曲。

1896年，法国物理学家柏克莱尔发现了不同于X射线的一种新射线——铀射线，它不需要外界刺激而自发产生。这种现象激发了居里夫人强烈的好奇心，经过一系列实验，她发现铀的放射性与铀化合物的化学组成同光照、温度都没有关系。于是居里夫人作出天才的猜测和判断：一是放射性不是化合物分子的性质，而是原子的特性；二是这种射线不一定只有铀才具备，也许别的元素也具有。确实如此，她不久发现了另一种放射性元素——钷。1898年7月，在对铀沥青矿的继续研究中又发现了一种放射性元素，并命名为“钷”，以纪念自己的祖国波兰。同年12月，她又发现一种放射强度比以前发现的所有放射性元素大得多的放射性现象。这时，居里夫人直觉地判断：这又是一种新的放射性元素。居里夫人在给她姐姐布罗妮雅的信中说：“我不能解释那种放射作用，是一种不知道的化学元素产生的……这种元素一定存在，只要去找出来就行了！……我深信实验没有错。”这展示了她对自己直觉力的信任。这位被爱因斯坦称为具有“大胆直觉”的人，经过研究确定了这种元素的存在，并命名为“镭”。

爱因斯坦在建构相对论的过程中做过多种具有创造性思维的“思想实验”，譬如，他进行了“跟踪光速”的思想实验。他说：“倘使一个人以光速跟着光波跑，那么他就处在一个不随时间而改变的波场之中。但看来不会有这种事情！这是同狭义相对论有关的第一个朴素的思想实验。狭义相对论这一发现决不是逻辑思维的成就，尽管最终的结果同逻辑形式有关。”据爱因斯坦自己说，他在建立广义相对论的过程中做了如下思想实验：有一天，他坐在伯恩专利局的一把椅子上，忽发奇想：如果一个人自由下落，就不会感觉到自己的重量。这个简单的思想实验对他有深刻的影响，把他引向引力理论。爱因斯坦继续思考：一个下落的人被加速，那么他的感觉和判断就都发生在加速的参考系中。他决定把相对论扩展到有加速度的参考系，认为这样做就有可能同时解决引力问题。一个正在下落的人感觉不到自己的重量，因为在他的加速度参考系中有一个新的引力场，它抵消了地球的引力场……从这些思想实验中，我们可以看出爱因斯坦具有高超的创造性思维能力，而

这种能力成为他作出许多重大科学发现的关键性因素。

创造性思维虽然往往突然发生，但它并非无源之水，无本之木。创造性思维，如灵感、直觉、想象等是与逻辑思维、数学推导结合在一起发挥作用的，同时又与作出科学发现的科学家本人具有丰富的知识和对研究问题的深入思考密切相关。毕达哥拉斯若没有对数学的研究和崇拜，发现音乐的和谐与数学的比率的的相关性几乎是不可能的。凯库勒、门捷列夫若没有丰富的化学知识作为基础，及对各自问题的长期探究和思考，他们也难以有灵感闪现。彭加勒指出：“直觉的命题是从多少经过提炼的经验的概念中引出来的。”爱因斯坦也坚持，灵感、直觉、想象等必须以对经验的共鸣的理解为基础。

科学的创新必须通过创造性思维来实现。逻辑思维只能按部就班，循规蹈矩，局限于原来的知识构架。而创造性思维就是冲破樊篱，斩断羁绊，开拓新径。在逻辑思维与创造性思维之间就存在着这种张力，正是这种张力驱使科学不断地进步。

从生理学和心理学的研究结果来看，人体的大脑分左右两个半球，中间连结着约2万条神经通路的胼肌体。通常，两半球分工不同但又互相配合。左半球主要具有言语的、分析的、抽象的、算术的功能等；右半球主要有非言语的、综合的、直观具体的、识别几何图形的功能等。前者是收敛性的、因果的思维，后者是发散性的、非因果的思维。因此，灵感、直觉、想象大致是右半球的功能，当然也需要左半球的配合。通常，某科学家在冥思苦想时，往往左半球的神经元处于极度紧张状态，兴奋之后便是疲惫，同时右半球的神经元则处于人为抑制状态。但这一阶段并非毫无意义，它将该论题研究之焦点作为一个显明的记忆因子存入大脑，进入潜意识阶段。当该科学家处于自然、轻松、自由状态时，右半球的神经元的发散性非因果思维就恰遇良机，一旦受到某事物的刺激，就像电火花迸发并接通电路一样，右半球神经元相互联结、发生作用。结果则是灵感突发，直觉闪现，浮想联翩，使百思不得其解的问题瞬间明晰化，找到解决问题的突破口，思想如决堤之水，一泻千里而不可收。

八、“雷电之谜”与“风筝实验” ——科学假说及其证明

只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说。

——恩格斯

如果假说是碰运气的猜测，或者仅仅因为它们会符合某些现象，那就会使全世界的数学物理学家平均大约要花上半个世纪的时间去检验每一种理论。

——皮尔斯

古人说：“雷霆之所击，无不摧折者；万钧之所压，无不糜灭者。”郭沫若在《屈原》中也妙笔称颂：“鼓动吧，风！咆哮吧，雷！闪耀吧，电！把一切沉睡在黑暗怀里的东西，毁灭，毁灭，毁灭呀！”但这壮观的雷电在古代却是一个谜。第一个揭开这个谜的是美国科学家富兰克林。

年轻的富兰克林在一次乘船去纽约的途中，一天夜间，一场大暴雨倾盆而泻，伴随着一阵惊心动魄的电闪雷鸣。闪电如一条狰狞可怖的巨蛇舔舐着海面。雷声轰隆隆、咔嚓嚓，仿佛要把这世界撕碎震裂。而这艘漂浮在大海

上的商船宛如屠夫刀下的一只瘦小脆弱的羊羔一样，随时会被随意蹂躏和宰割。船上的旅客个个吓得魂不附体而挤成一团。有个荷兰水手紧紧抱住富兰克林，面无血色，嘴里神经质似地唠叨着：“上帝发怒啦！上帝发怒啦！”富兰克林也被这一阵雷电的威力震慑住了，他从中感到了一种神秘的力量。这力量根源在哪里？是上帝？他有些不相信。他紧紧依偎着那个荷兰水手，度过了记忆中一个极其恐怖的黑夜。

在离开纽约去费城时，富兰克林又遇到了一起雷电事件。他路过一个小店门口，看到一个满脸皱纹的老妇人为三只死羊哭得非常伤心。羊身上有焦灼的痕迹。围观者议论纷纷，有个老年人告诉富兰克林，这三只羊是拴在一棵大树下被雷电击死的。这位老人一边在胸前划着十字，一边咕哝着：“不知上帝又要惩罚谁啦！”

富兰克林看见人们对雷电充满恐惧感和神秘感，视雷鸣电闪为上帝之所为，一个从未有过的念头涌上心来：一定揭开雷电之谜。从此他就将这个决心深深埋在心里，一直没有动摇。

1745年，电学界传来了激动人心的新闻：德国的克莱斯特和荷兰的马森布罗克几乎同时发现了“莱顿瓶”和电震现象。第二年，一位名叫斯宾士的英国学者到波士顿讲学，表演了用莱顿瓶与几根供摩擦起电的玻璃棒等所做的电学实验。虽然实验并不完善，而且有些现象斯宾士本人也无法解释，但富兰克林观后思想开阔了好多。这时已过40岁的富兰克林仍像年轻人那样兴致勃勃地问了斯宾士许多问题。不久他的一位朋友、英国皇家学会会员科林逊从伦敦给他寄来一只莱顿瓶，并附有实验说明。他兴奋地马上模仿斯宾士的表演做起实验来，没多久就有了几项有价值的发现。

有一次，他把几只莱顿瓶联在一起，想加大电容量。不料，他的夫人丽德不小心碰了一下莱顿瓶的金属棒，只听“轰”的一声，一团电火闪过。丽德应声倒地，脸色苍白，后来躺了一个星期。这个意外事件使富兰克林豁然开朗：那震耳欲聋的“电火”多么像空中的雷电啊！经反覆思考他断然作出如下假说：雷电与实验室里人工产生的电火一样是一种放电现象，都能产生光、声音，能点燃物体，熔解金属，破坏磁性，杀伤生物。几天后他将一篇论文《论天空闪电与吾人电气相同》寄往伦敦，大胆地宣布了自己的假说。这一学说遭到一些学者的反对和嘲笑，但富兰克林相信自己的假说是正确的。他决心用事实来证明它的科学性，这便有了科学史上著名的捕捉雷电的“风筝实验”。

怎样来证明天电和人工电在本质上相同呢？富兰克林想到了孩子们玩的风筝：如果雷雨天在空中放风筝，天上雷电就会沿湿风筝线传导下来。虽然这是非常危险的事，但为了真理他无所畏惧。

1752年7月的一天，暴风雨即将来临，天空乌云滚滚，雷声隆隆。富兰克林和他的儿子威廉·富兰克林带着风筝和莱顿瓶来到费拉尔德菲亚城的野外。风筝是菱形的，用一块白色的大丝绸帕做成，这样容易看清楚。他还在风筝的十字形骨架上装上金属丝用以吸电。风筝用麻绳牵引。儿子握着线团，富兰克林拿着风筝，注视着雷电的来到。一会儿，雷声越来越近，狂风呼啸着把一团团乌云疾卷而过。富兰克林赶紧把风筝顺势抛向空中，大声喊道：“跑！”小威廉在旷野上拼命奔跑起来。风筝扶摇直上，升到空中。此时雷电交加大雨倾盆而下。富兰克林追上威廉，从他手中接过风筝线，推他躲进一个茅草棚里。富兰克林掏出一把铜钥匙系在风筝线的末端。风筝穿入带有

雷电的云层。但十分钟过去了，什么也没有发生。儿子沉不住气了：“爸爸，恐怕这次是白费功夫了。”“我们还不能放弃！”富兰克林答道。突然，一道闪电掠过，有一段风筝线的纤维直立起来，似乎被一种看不见的力量移动着。富兰克林把手靠近铜钥匙，顷刻间钥匙上射出一串火花。富兰克林惊叫起来：“威廉！我受到电击了！我们终于证明了，闪电就是电！”非常幸运，这次传下来的闪电较微弱，富兰克林没有受伤。

杰出的预言被证实了，闪电确实是一种放电现象，与室内电火花一样。雷电谜揭开了！

富兰克林顾不得危险，他用一张丝绢裹住已湿透的风筝线，让钥匙直接向莱顿瓶充电。威廉看到瓶上电花闪烁，高兴得睁大眼睛。小伙子还不知道，那震撼山岳的雷霆随时都可能落在他们头上。

事后，富兰克林用莱顿瓶收集的天电进行一系列实验，证明它的性质同使用发电机产生的电完全相同。他怀着激动的心情，记下了这次实验的结果：

“当带着雷电的云来到风筝上面的时候，尖细的铁丝立即从云中吸取电火，而风筝和绳索就全部带了电，绳索上的松散纤维向四周直立起来，可以被靠近的手指所吸引。当雨点打湿了风筝和绳索，以致电火可自由传导的时候，你可以发现它大量地从钥匙上向你的指节流过来。可以通过这个钥匙使莱顿瓶充电，可以用所得的电火点燃酒精，也可以进行平常用摩擦过的玻璃球或玻璃管来做其他实验。于是带着闪电的物体和带电体之间的相同点，被显示出来了。”

风筝实验的消息引起了全世界的轰动，富兰克林的电学假说至此得到证明和确认。

科学研究的目的在于揭示自然现象的本质和规律，但这种本质和规律不是一下子暴露于外，呈现在人们眼前的，而是为大量复杂现象所掩盖。如在上面实例中，人们认为雷电就是上帝的发怒，在中国古代也有所谓“雷公电母”之说。因此，客观事物有一个暴露过程，相应地人们对它的认识也需要一个过程。其中科学家往往先借助假说的形式，然后给予实验证明及理论论证，使假说转化为科学理论。这已被科学史证明为科学研究的一条非常重要的、有效的途径。科学假说有以下两个特点：一是假说不是主观臆造，而是扎根于一定的经验事实和科学知识的土壤之中，同缺乏科学论证的简单猜测和随意幻想有根本的区别。二是假说是建立新的科学理论的预制品，即具有某种程度的猜测性。但经实践检验和证明后，假说就可转化为科学理论。譬如，海王星的发现，开始时由法国天文学家勒维列和英国天文学家亚当斯，于1845年提出在天王星之外还有一颗未被发现的行星的假说，1846年9月23日德国柏林天文台助理员加勒果然在勒维列假定的位置附近观察到了这颗行星，后来被命名为海王星。

简单说来，科学证明包括科学假说的验证过程、科学理论的确认及接受过程。

科学实践检验科学假说的途径和方式大致有两种：第一，直接验证法，即通过科学观察和科学实验直接检验科学假说，以观察和实验的结果与假说是否符合，对假说进行肯定、否定或修正。不同的假说具有不同的特性，有的假说只能通过科学观察去验证，如有关天文学方面的假说的验证。有的假说则可通过科学实验去证实，如伽利略的比萨斜塔实验就证实了不同重量的物体以相同速度下落的假说。第二，间接证实法，即有大量的科学假说，由

于科学技术水平的限制，往往难以给予直接验证，而只能验证该科学假说成立所导致的必然结果，或验证该科学假说成立所必然具有的本质特征、充分必要条件，或验证由该科学假说所作出的推论和预言的正确性等。

继科学假说被验证而转化为科学理论，便是该科学理论得到社会的承认和接受。这一过程的顺利完成取决于两方面的因素：一方面，科学理论自身的可接受性，如在形式上以何种方式、语言来表述等。另一方面，社会环境、社会心理、传统习惯及整个文化背景等。若该理论符合这些因素，那么就容易被接受和承认。否则，该理论为社会确认就需要一个漫长的曲折过程。

九、科学中诸悲剧的发生与反思 ——科学评价的正确性及其重要性

用丑恶的事实屠杀美丽的假说，是科学的最大悲剧。

——赫胥黎

谁要是把自己标榜为真理和知识领域里的裁判官，他就会被神的笑声所覆灭。

——爱因斯坦

在科学发展的历史长河中发生了许多极其不幸而令人沉思的悲剧：新思想或新学说受到压制，科学家为坚持科学真理而遭受残酷的迫害，甚至献出生命，假科学、伪科学在科学界兴盛一时……

伟大的天文学家哥白尼创立的日心说可谓是预示近代科学革命来临的第一声春雷。德国诗人歌德曾经满腔热情地赞美说：“哥白尼地动说撼动人类意识之深，自古无一种创见、无一种发明，可与之相比……自古以来从来没有这样天翻地覆地把人类的意识倒转来过。因为若是地球不是宇宙的中心，那么无数古人相信的事物将成为一场空了。谁还相信伊甸的乐园，赞美诗的歌颂，宗教的故事呢？”在哥白尼的《天体运行论》还未公开出版时，罗马教会似乎还没有觉察到这个学说的革命性。1533年，教皇的秘书曾在梵蒂冈的花园里向教皇和红衣主教们讲解日心说，三年后红衣主教谢堡还劝哥白尼出版著作。可是，尽管哥白尼并不宣称他的学说同神学相违，尽管经办《天体运行论》出版工作的奥西安德尔背着哥白尼写了一篇序言，称哥白尼学说仅仅为一种“奇怪的假说”，但这个学说本身的革命性是无法掩饰的。《天体运行论》一书出版没有多长时间，嗅觉不很灵敏的教会人士，也从这本书中嗅出“异端”的气味来，于是该书很快就被教会宣布为禁书，“日心说”也随之被宣布为禁说。

意大利科学家布鲁诺极力宣传和捍卫哥白尼的学说，倡导宇宙无限、世界无数的思想。他认为太阳不再是“宇宙之心”、“宇宙的主宰”，而是一颗普通的恒星。在十年的颠沛流离的生涯中他到处演讲，宣传这些思想。布鲁诺的学说和行为使得保守势力震惊，激怒了教会。1592年他被骗回到他的故乡威尼斯，被捕入狱，受到残酷折磨达八年之久，但他宁死不屈。法庭1599年10月21日的档案中写道：“布鲁诺宣布，他没有做出任何可以反悔的事情。”布鲁诺被判处火刑。1600年2月17日，是整个人类永远铭记的一天。这一天，一个宏亮的声音震撼了那个丑恶的世界：“你们宣读判词，比我听判词还要感到害怕。”“后世来人将会理解我！”熊熊烈火虽然夺去了这位科学家的肉体，但他的英魂，他寻求真理的精神，却永驻人们的心间。

意大利科学家伽利略运用他发明的望远镜揭开了星际天体的奥秘。他大胆地宣传哥白尼的学说，并于 1632 年出版了《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》这一巨著。后来这本书被视为禁书。伽利略两次受到宗教裁判所的审判。他在教会的严酷胁迫下，不得不在别人代他拟就的悔罪书上签字，最后被判为终生监禁。但他在自己晚年时还对自己说：“真理是不可能被压倒的。”“没有任何人的法律能埋葬真理。”伽利略的朋友、后来成为教皇的乌尔班八世也不得不承认，虽然可以用酷刑迫使伽利略认罪，但无法抹掉伽利略在科学史上的思想光辉。这位教皇在 1624 年说过这样一段话：“只要木星的光芒在天空中闪耀，地球上的人就永远不会忘记伽利略。”直到 1979 年 11 月 10 日，罗马教皇才公开承认过去对伽利略的审判是不公正的。次年，一个由杨振宁、丁肇中等著名科学家组成的委员会重新审理了“伽利略案件”，为伽利略平反昭雪。这先后经历了三个多世纪，由此看出宗教神学对科学的扭曲和压制之严重程度。

历史似乎就是这样不可思议！不是吗？意大利，这个文艺复兴运动的发源地，却成了残害文艺复兴运动继承者的屠场；这个近代科学诞生的摇篮，转眼间却成了近代科学家蒙受磨难的万丈深渊。

有时政治对科学的伤害同样无情和残酷，这种现象在本世纪达到高峰。

前苏联从 30 年代至 60 年代出现的李森科现象，可谓是对当时苏联生物学的一场浩劫。李森科对生物学并没有深入的研究，但运用政治手法，依仗前苏联的统治者（如斯大林及后来的赫鲁晓夫）的权势，将宣传孟德尔——摩尔根学说的许多遗传学家说成是反动的、不爱国的资产阶级的代言人。结果大批生物学家遭逮捕，或流放（有的科学家在流放中默默无闻地死去），或被判为死刑。譬如，马克西莫夫因对李森科的错误的生物理论作详细批判而被流放。列宁全苏农业科学院院长和全苏植物育种研究所所长，世界著名的遗传学家瓦维洛夫因批评李森科的行为而被捕，判为死刑，罪名是属右派阴谋集团、英国间谍、在农业中有破坏活动等；后来他的死刑被减为十年监禁。不过瓦维洛夫在监狱里只活了一年多，于 1943 年 1 月 26 日含冤而死。在李森科现象出现后，致使一度领先（在 30 年代）的前苏联生物学界大大落后于美国（在 60 年代）。科学哲学家拉卡托斯对此说过：“处死瓦维洛夫后，孟德尔遗传学被恢复了名誉。但党仍然持有决定什么是科学，可以发表；什么是伪科学，应该惩处的权力。”

在本世纪初的德国，两位物理学家勒纳德和斯塔克虽然是两位诺贝尔物理学奖获得者，但却极力反对甚至压制同一个研究领域中的杰出科学理论——相对论，攻击和迫害世界著名的科学家——爱因斯坦、劳厄……更使人触目惊心的是，他们成为德国法西斯的纳粹分子。世界第一流的科学家与纳粹精神结合在一起给科学所带来的损害，是其它破坏力量所无法比拟的。这可谓科学的最大悲剧！这种悲剧究竟由什么造成？是科学精神的无能为力，还是人性的弱点所致？

科学中的不幸除了受神学和政治因素的影响外，还有另一种就是由科学本身的弱点造成的一些悲剧。

1900 年，三位科学家——荷兰植物学家、遗传学家德佛里斯，德国植物学家柯灵斯，奥地利植物学家丘歇马克——在科学研究的交叉点上同时相遇。他们素不相识却不约而同地分别发现遗传学规律。他们在查阅以前的科学杂志后又发现，在 35 年前的一本无名杂志上刊载着孟德尔发表的关于这一

遗传学规律的论文。此后，他们三人都作出诚恳的决定，不把这一发现归于自己，而作为孟德尔发现的新证明。这成为科学史上的美谈。但令人不解的是，孟德尔的理论成果为什么得不到即时的确认和接受？这不是科学史上的一件憾事吗？

孟德尔是奥地利遗传学家，在维也纳大学学习时就曾经发表一篇《一种有害的昆虫——豌豆蚜》的学术论文。1856年他开始进行豌豆试验，结果发现遗传学中的“分离规律”，并提出遗传因子假说。在此基础上他又总结出“自由组合规律”。1865年孟德尔在布尔诺自然科学协会的会议上报告了自己的实验结果，但却无人问津。他的研究论文在一家地方的小杂志上发表，没有引起人们的注意，默默无闻地沉睡了35年，直到1900年才在科学界得到广泛的承认。1910年，世界各国150多名学者捐助及募捐，在布尔诺为孟德尔建了一座纪念碑，以寄托后来人的哀思。但到本世纪四五十年代，归入捷克版土的孟德尔家乡受到前苏联李森科现象的强烈冲击，孟德尔塑像被推倒了。这真是不幸中的不幸！对于孟德尔的不幸人们的确只有哀思。孟德尔终生未娶，生活上孤独寂寞，学术上怀才不遇。人们只将他视为一位仁慈的修道院主教或院长，而不是一位生物学家；同时他的晚年又重病缠身。1884年1月4日，当修女整理孟德尔的床褥时发现他已坐在沙发上去世了。

在本世纪，与孟德尔的遗传学说遭受同样命运的是魏格纳的大陆漂移说。

魏格纳是德国一位地质学家、气象学家和探险家。这天，他因患病静卧在床上，而对面的墙壁上挂着一幅世界地图。他不由自主地凝视着这张地图。看！巴西的亚马逊河口突出的大陆似乎恰好能填进非洲的几内亚湾；而沿北美的东海岸到特立尼达和多巴哥的凹形地带，却能镶嵌欧洲西海岸到非洲海岸的凸形大陆。哎呀！它们拼合在一起不是一块完整的大陆吗？为什么大西洋两岸大陆的弯曲形态如此相似？这是偶然的巧合，还是原先整块大陆分离成了几处呢？这些都在魏格纳的脑海中形成强烈的记号。经过一番深入的研究和考证，魏格纳于1912年在法兰克福城的地质协会上发表题为《从地球物理学的基础上论地壳轮廓的生成》的演说，第一次陈述了自己的观点。以后他又作了一次演讲。经过几年的研究他终于完成了一部划时代的地质学专著《海陆的起源》。在这本书中他系统地阐发了大陆漂移说。但魏格纳当时不是地理方面的专家，他的学说立即引起了许多地质学家的攻击，于是很快被压制下去。到20年代末，魏格纳的学说又在地质学界掀起了一场论战。1928年，14位地质学专家在纽约举行一次讨论会，7票赞成7票反对，最后因势均力敌而未做定论。此后传统的地质学派抓住大陆漂移说的某些细节问题，极力批判和攻击，致使该假说又一次沉沦下去。但魏格纳坚信自己学说的正确性，为此他和他的探险队抵达格陵兰，以获取该学说的证据，但不幸的是冰雪覆盖的极地世界无情地夺去了他的生命。即使如此，大陆漂移说仍旧处在沉默之中。科学界虽然聚集了大批的科学家、思想家及丰富的优秀文化成果，但有时竟变得如此之冷若冰霜、毫无感情！

布莱希特在《伽利略传》中说得好：“真理是时间的孩子，不是权威的女儿。”具有科学真理性的理论虽然有可能销声匿迹，但其活力仍然潜藏着；一旦得到新证据的支持或时机成熟，它会复兴，以新的面貌重新登上科学的舞台。而一些假科学的东西将在一系列证据面前从科学舞台上消失！

面对如此之多的科学悲剧，我们决不能以事物发展不是一帆风顺而经受

曲折的道理来默许科学悲剧的发生。正确的态度应是，审视一下在科学发展过程中科学证明的机制，包括验证、评价、确认等，是否健全和完善？上面一系列悲剧的发生就在于科学证明与评价的机理不健全。当一种新理论或新思想产生时，我们是否能够通过一系列步骤、方法、手段来对其作出一种客观的科学的评价，将其正确地归入科学的殿堂，或排除到假科学之列？这需要 we 认真研究科学评价的机制及原理。正确的科学评价是科学发展中所必需的，它与科学发现过程是相互联系、相互补充的。

当然有些科学悲剧也并非通过科学性的评价能消除或避免的。譬如，有些世界著名的科学家虽得世人普遍的尊重、狂热的崇拜和至高无上的荣誉，但科学悲剧的种子往往就埋藏其中。

近代大科学家牛顿在晚年对宗教神学虔诚信仰。他以为世界是在创世主——上帝“直接插手”下的“第一次推动”后运转起来的。他力图自觉地运用科学成果来论证上帝的存在，心甘情愿地把自己一生的辛勤和耐心献给神学。他把自己尽到这种职责视为最大的幸福。这种行为在当时不可避免，并为人们接受，甚至影响了以后整个的科学界。这些无疑是可悲的。

爱因斯坦的前半生，重大科学成果接踵而至，但他后半生却置身于量子力学的洪流之外，力图建立统一场论，结果智力上屡遭挫折，竭尽精力、绞尽脑汁而毫无成效，几十年在创新秀林之外冷冷清清。这可谓爱因斯坦悲剧之所在。

十、诺贝尔及诺贝尔奖金 ——科学评价的内在机理

科学研究工作者在科学上必须力图保持头脑的适应性，避免抱一成不变的观点……人们特别容易抗拒那些不符合自己看法的观点。

——贝弗里奇

科学所追求的是概念的最大的敏锐性和明晰性。

——爱因斯坦

诺贝尔是瑞典一位化学家、发明家和产业家。他用他的巨额遗产设立了举世闻名的诺贝尔奖金。

诺贝尔于 1833 年 10 月 21 日出生于瑞典首都斯德哥尔摩。年岁稍大，父亲就让他到欧美进行广泛的旅行，开阔眼界。他 16 岁时就已经具有丰富的化学知识，同时精通多门外语：德语、英语、法语、瑞士语及俄语。1862 年他第一次成功地进行了甘油炸药的爆炸实验；必要的引爆物——雷管是他的一项重大发明。1887 年他研制成的无烟炸药是他的最后一项发明。其间他在许多国家总共获得了不少于 355 项的发明专利。诺贝尔作为一个产业家，为了发展科学的事业，一向慷慨解囊，大力援助。不过他对为名人宣扬身份或筹建纪念碑之类的捐款非常反感。他说：“我对照顾活人的胃囊比死人的功勋更感兴趣。”诺贝尔常常被称为“科学的怪人”，对荣誉、职位十分淡漠。他在一封信中写道：“我得奖章不是由于发明炸药的缘故。比如，我得瑞典北极星章，要感谢我的厨师，是他的烹调艺术调起了极端势利眼人的胃口。我接受法兰西勋章，是由于我和一位内阁成员的私人关系十分密切的缘故。我获得巴西玫瑰勋章，那是一个偶然机会把我引见给都木·彼佐皇帝的结果。最后一颗是著名的博利瓦勋章，那是马克思·菲利浦看中了诺贝尔，想要显

示一下他怎样以分发奖章的方式，开了一个逼真的玩笑罢了。”他从来很少张扬过自己，干脆没请人画过肖像，目前仅存的一幅是他死后才画的。

晚年时，诺贝尔多愁善感，闷闷不乐，孤独厌世，用他自己的话来说，就是“跟自己生气”。他把自己的一生比作一只被命运摧毁的船骸，毫无目标地漂流，既没有推进的船桨，也没有导航的指南针。在他看来，对过去没有任何快乐的回忆，对未来也毫无美好的憧憬。他弟弟催促他写自传，而他却留给人们这样几句话：

“阿尔弗雷德·诺贝尔——可怜的半人半神；当他呱呱坠地时，仁慈的内科医生本应就地把他处死。

主要优点：保持指甲整洁，从不拖累任何人。

主要缺点：无家室，情绪低落，消化不良。

主要罪过：不崇拜财神。

一生中杰出的事件：无。”

从这数笔幽默而风趣的自述中可看出这位发明家的谦虚美德及艰苦创业、厌恶虚名的高尚精神。1896年12月10日，诺贝尔在意大利圣雷莫逝世，终年63岁。

诺贝尔于1895年11月27日在巴黎写下了有关如何处理他死后遗产的遗嘱。据当时记载，他的遗产有3300万克朗（约折合900万美元）。他决定把其中小部分赠给亲友，大部分用于建立诺贝尔基金，把基金的利息以奖金的形式每年颁发一次，授予那些在物理、化学、生理学和医学、文学领域中做出最重要贡献的人，以及那些为世界带来和平的人。诺贝尔还嘱咐，奖金获得者“无国籍之分”，并且由下列机构分别评定：物理、化学奖由瑞典皇家科学院负责评定；生理学和医学奖由斯德哥尔摩的卡罗琳医学院评定；文学奖由瑞典文学院负责评定；和平奖由挪威国会五人委员会评定。诺贝尔逝世后，有关团体筹建了诺贝尔基金会，并于1901年1月1日开始管理基金，同年举行了第一次颁奖仪式。而所有颁奖机构都应建立三至五人的诺贝尔评奖委员会（即科学评价者），该委员会负责审查各种提议，并对被推荐授予各项奖金的候选人及其成就发表客观的评论；评议采取秘密方式进行；得奖人的名单可由授奖机构作出决定并予宣布，反对决定的申诉一律无效；对候选人的提名建议应是书面的，要有具体的证据，并附上有关人员的油印著作及其它有关文件；提出候选人名单的合格人员是颁奖机构人员、前任诺贝尔奖金获得者、一些高等院校中有关领域的教授。

“诺贝尔奖金”从1901年开始颁发，迄今已有500多位自然科学家、经济学家、文学艺术家、社会活动家获奖。一部诺贝尔奖颁发史从一侧面真实反映了世界科学发展的进程。现在它已成为科学和其他方面取得成就的主要特征，成为誉满全球的一种荣誉，因为诺贝尔奖评选的具体方式、标准等等都具有最高的科学性，它对科学价值的评判是非常客观的。

科学家为探索大自然的奥秘而从事一系列的科学研究活动。在这些研究活动中，科学家不仅是科学理论的建构者，同时也是他的科研工作及他本人与自然之间关系的和谐程度的科学评价者。正如一个古老的格言所说：当寻找生活中的和谐时，人们决不应当忘记，在生活的戏剧中我们自己既是演员，又是观众。

人和自然之间的相互作用产生了科学，并导致了科学的进化。而科学发展迄今规模及体系之宏大足以使它在人类的生存中居于极其重要的地位，它

不再是少数富足者高级娱乐或游戏的闲余之为，早已变成能改变人类境状的一种重要力量。今天人类所面临的另一个重大问题，是如何正确地认识科学、评判科学的价值，以达到有效地利用。这就是随着科学哲学的发展而兴起的科学价值评判的理论。

首先，我们要评价的对象是什么？整个科学尤其自然科学的教科书可谓是科学成果的逻辑排列与组合，很少涉及到科学家从事科学创造的活动过程，很少问及科学家是怎样想的，又是怎样做的，只是科学家的名字成为其科学成果的“标签”。实际上，在科学活动与科学成果之间并不存在必然关系，前者只是后者的必要条件，而非充分条件。在科学发展的历史长河中，有无数科学家并没有为人们留下什么流传千古的宏大理论成果，只是留下了他从事科学活动的坎坷经历和非凡的科学精神……这些难道不值得评价吗？难道不应成为科学评价对象中必不可少的内容吗？因此，科学评价的对象不仅是理论成果，而且应包括该科学家创造这些成果的整个科学研究活动。

其次，谁来进行评价？即科学评价者的构成问题。它可能以个体形式出现，也可能以群体性的科学评价共同体出现。这种科学评价共同体，可能是自发形成的群体，如学术争论中自发形成的学派；也可能是官方化、政治化的，如前苏联 30 年代至 60 年代李森科思潮对孟德尔遗传学及其研究的评价。因此，科学评价者必须具有一定的素质，方可保证科学评价结果的合理性与公正性，从而促进科学的迅速发展。科学评价者应具有素养一般说来表现为以下几方面：在理论方面，不是一知半解，应具有内行的素质，同时具有理论的全面性；在能力方面，应具有较强的分析能力和综合能力，具有较强的在广度和深度方面摄取信息的能力，具有较强和准确的直觉判断能力；在道德修养方面，应具有良好的科学道德，能正确处理内行与外行的关系及“同行相轻”等问题；最后，应具有较强的、健全的科学审美心理。

第三，从事科学评价时所运用的标准是怎样的？我们应当承认科学评价的标准是多元的、多样的，没有绝对的评价标准。一般地，因科学研究领域的不同，科学评价标准具有不同的形式和内容。

总之，科学评价的理论是非常丰富的，需要人们进一步探索和研究。

十一、时间、姑娘、火炉与相对论 ——经验与理论的关系

智慧是经验之女。

——达·芬奇

科学的真理不应该在古代圣人的蒙着灰尘的书上去找，而应该在实验中和以实验为基础的理论中去找。

——伽利略

伟大科学家爱因斯坦为使更多的人懂得什么是相对论，曾以多种形式使用形象的例子去加以解释。例如他从时间、姑娘、火炉之间的关系去解释相对论。他说：“如果你在一位漂亮的姑娘身旁坐一个小时，你只觉得坐了片刻；反之，你如果坐在一个热火炉上，片刻就像一小时。这就是相对的意义。这当然是好懂的。如果有人存有怀疑，而又想试验一下的话，有谁不会宁愿做那个同姑娘坐在一起的人，而把火炉留给那个怀疑者呢？”在这里爱因斯坦以幽默风趣的方式运用经验来解释或说明理论，从而使抽象而晦涩的理论

变得通俗易懂、深入浅出。

人类依靠感官与通过感知的方式，对自身接触的各种事物或现象形式的认识，就是经验事实。譬如，人们在观察某些动物后形成这样的经验事实：

当我们观察周围世界时，我们看到的生物界的反应好像也同人类的反应一样。动物世界同我们人类社会好像是合拍的。狗和笼中鸟之类的驯养动物对黑夜和白天的反应很相似。黎明时树上的鸟儿用歌声唤醒我们；黄昏时它们的歌声又随着日落而消失。我们在白天工作和娱乐，动物世界也是在这个时候最活跃。然而，养猫的人都知道，猫喜欢白天睡大觉；到我们上床睡觉时，猫就呆不住了，总想跑到黑暗的地方去。猫也许在四处寻找伙伴，也可能在寻觅夜里活跃的老鼠，以便捉来充饥。猫头鹰和其他夜间觅食的动物对于这样的美味也是同样感兴趣的。在闷热的夏天，毫无疑问，我们都知道蚊子在夜里最猖狂。

经验事实很容易被我们理解和接受，而理论往往抽象深奥，晦涩难懂。正由于两者间的这种差别和不同，一般地在一种新理论被建立时，人们对该理论的认识和理解将要借助于形象的、感性的经验事实，这就是经验对理论的助解效应。同时，经验对理论还有一种作用，即证实作用。许多理论都是通过观察、实验等经验方式来验证的。

当然，一个为人们所理解的理论也往往可以帮助人们解释一些经验现象及预测一些经验事实。这是从一般到特殊或从抽象到具体的过程。譬如，自由落体定律是一众所周知的力学规律，人们根据它就可以来解释水向低处流，物体向下落的经验事实。万有引力定律对行星绕太阳旋转时发生偏离轨道的“摄动”现象给予了合理的解释；科学家从天王星的“摄动”现象中靠万有引力定律推测出海王星的存在，后来也被验证。

上面谈及的是经验和理论发生作用时是彼此间相对独立的，有时间先后的情景。接下来要谈一下经验和理论处于同一过程、同时发生、互相渗透的情形。

一方面，经验中渗透理论。这种渗透是无意识的，不知不觉的过程。这主要是由认识主体的知识背景或构架这一潜在的东西所发生的潜作用造成的。当代美国科学哲学家汉森提出了观察中渗透理论的著名命题。他认为在科学活动中，观察与主体的观察目的、理论背景、知识结构等密切相关。那种截然分明的观察层次和理论层次、观察语言和理论语言的情景是不存在的。例如，对于图 1，他认为可以有不同的观察。有人说它是块立体形的防风玻璃；有人将它看作多边形宝石；有人把它看作一块冰；也有人说它是一个鱼缸；中学生则可能认为这是一个几何图形。

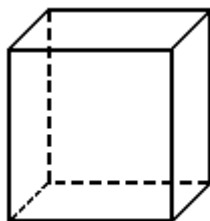


图 1

格式塔心理学教科书中许多图都是如此。人们从相同的视觉图像中看到了不同的东西。例如图 2，没有见过羚羊的人看不出这个图形是羚羊，只能



看出是鸟——鹈鹕。而没有见过鹈鹕、但见过羚羊的人只能 图2 看出是羚羊。也可以先看出羚羊，后看出鹈鹕。无论何种情况都是在同一图形上看到了不同的东西。当羚羊改变为鹈鹕时是一下子完成的，不可能该图中一半是羚羊，一半为鹈鹕，并且不需要去思考。对某一事物的观察不同取决于对该事物有不同的理论和知识。

另一方面，理论中渗透着经验，这是就理论本身而言的。在提出理论假说时，潜在地渗透经验。这一过程往往贯穿着灵感、直觉、想象等。如化学家凯库勒在睡梦中看到原子连结犹如蛇一样弯曲盘绕，咬住了自己的“尾巴”，在旋转扭动，从而悟出苯分子的环状结构。这些就是经验性的东西，但它们渗透到假说提出过程中时是无意识的，不是预先知晓的。在以后的理论阐述中同样离不开经验事实的语言。这就是科学理论的语言中必定渗透着观察语言及实验语言等。

十二、“安全网”、“支流与江河” ——科学结构与科学发展模式

根据周期律，就有可能预言未知的元素并且依次地发现它们。这样化学就获得了一种数学和演绎的结构。

——恩斯特·卡西尔

若干学派为了在该领域中取得统治地位而竞争。此后，随着一些著名的科学成就之后，学派的数目大量减少，通常减少到一个，于是一个十分有效的科学模式开始形成。

——托马斯·库恩

当我们步入表演大厅，观看杂技演员的精彩表演，如“空中飞人”等节目的时候，便会发现在演员的下方有一张非常大的弹性极强的由支撑杆撑起的网。它用于保护杂技演员，以防不测。这张网通常被人们称为“安全网”。美国著名的科学哲学家亨普尔就把科学理论的结构形象地比喻为一个保护杂技演员用的“安全网”。如图3所示，这个表示理论结构的“安全网”的底层是观察层次，支撑杆是语义规则，网线是公理，网结是理论语句。其中，只有少量网结（理论语句）与底层（观察层次）有直接联系，而其他网结（理论语句）只与底层（观察层次）发生间接联系。亨普尔认为这种理论结构是“安全”的，即有意义的。科学理论系统应是一个具有多种不同层次的意义而又相互联系的有机整体。

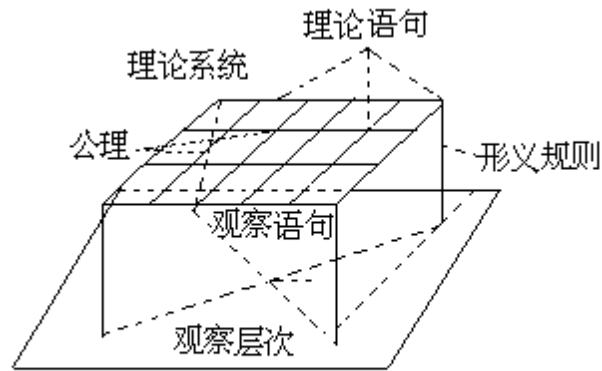


图3

什么是科学结构？这是科学家、科学史家尤其科学哲学家关心的一个重要课题。上面谈的亨普尔的“安全网”只是众多学说中的一种。还有一些学者提出了一些非常有价值的观点，譬如，美国科学哲学家奎因把科学结构表述为一种“力场”，从而出现“场式”结构等。总的说来，科学结构就是构成科学知识体系的知识元素（知识单元）的一种相对稳定的联系形式，它将表明知识元素以何种方式结合，在科学体系中占据何种地位，它们怎样影响、制约、甚至决定着科学整体的功能。科学结构还具有和谐性、各知识因素之间联系方式的稳定性、多样性，如纵向联系、横向联系；单向联系、双向联系；平行联系、层次联系等等。从类型上，科学结构大致分为宏观科学结构和微观科学结构两类。但科学结构属于静态结构方式。而科学中动态的结构方式则是科学发展模式。

在科学哲学中有一个著名的科学发展模式，即“支流——江河”模式。它是由英国的科学家和哲学家惠威尔提出的。在该模式中他把科学的进化发展比作“支流”汇合成“江河”。科学通过把过去的成果逐渐合并到现在的理论中而进化。例如，伽利略的力学定律与开普勒定律等合并到牛顿的力学体系中。因此科学的发展不是间断性的革命，而是连续性或累积性的进步。这一模式是科学哲学中最初的一种科学发展模式观。到本世纪五六十年代，当代著名的英国科学哲学家卡尔·波普尔提出了一种非常有价值的关于科学发展模式的观点。他把科学发展的过程描述为四个环节，并公式化为：

$$P_1 \quad TT \quad EE \quad P_2 \dots\dots$$

波普尔称此模式为“四段式”。其中“ P_1 ”表示问题；“TT”表示某种理论；“EE”表示通过批判和检验以消除错误；“ P_2 ”表示新问题。科学的发展就是始于问题、提出尝试性的猜测、消除猜测中的错误，而后再出现新问题，这样循环往复、不能穷尽的过程。

1962年，美国科学史家和科学哲学家托马斯·库恩的一本小册子《科学革命的结构》问世，引起了学术界的强烈反响，出现库恩热。其主要原因是库恩提出了一个非常有吸引力的科学发展模式。该模式被广泛地应用于现代物理学、生物学、数学、文学、接受美学及哲学等学科的研究之中。

库恩认为，任何一门学科开始处于“前科学时期”。在这一时期，该学科的工作者们各持自己的看法，众说纷纭，莫衷一是。待经过长期争论和研究后，逐渐形成统一的基础、观点和方法，即“范式”，这样，前科学时期

结束，科学时期开始。首先是常规科学时期，即根据规范进行科学研究，科学家对共同的信念或范式坚信不移，盲目拜倒在范式的权威之下，只能教条地墨守范式。此后便是危机时期，即在常规科学时期有时会出现反常现象，这些现象是常规科学中的范式所无法解决的。随着反常现象的大量涌现，科学家对原范式发生怀疑，对其信念发生动摇。在危机时期科学家们的心理不安而混乱。譬如，著名物理学家洛伦兹在古典物理学的危机时期讲过这样一段话：“在今天，人们提出了与昨天所说的完全相反的主张。在这样的时期里，已经没有真理的标准了，也不知道科学是什么了。我真悔恨自己没有在这些矛盾出现的五年前就死去。”固然危机给科学家带来混乱，但危机的终结便是新范式的出现。这就是科学革命时期。新范式的创立者和拥护者往往是科学集团中年轻的一代。他们对旧范式的信仰不坚定，易发生怀疑，是科学革命的主要力量。总之，库恩的科学发展的动态模式可简化为：前科学时期 常规科学时期 危机时期 科学革命 新的常规科学时期……

在库恩之后，还有一些科学哲学家如伊·拉卡托斯、拉里·劳丹等提出自己的科学发展模式。这些都为科学家从事科学研究提供了理论指导。

十三、“链条的裂断”与“联结” ——观点之一

为了了解科学本身，而且也了解科学在我们文明中的地位，以及它同伦理、政治和宗教的关系，我们就需要一个关于概念和定律的统一体系，在这一体系中自然科学以及哲学和人文学科都有它们的地位。这样一种体系可以叫做“科学的哲学”。这就是科学和人文学科之间的“缺少的环节”，而用不着引进任何只有权威才能保证的永恒哲学。

——菲利普·弗兰克

在物理学家和科学哲学家菲利普·弗兰克看来，我们总是在两个水平上讲科学：一是常识经验的水平，如观察到一个黑点相对其它黑点的移动；二是科学普遍原理的水平，它所用的语言极不同于日常生活语言。科学本质上是由这些普遍原理构成的。而科学哲学的中心问题是：我们如何从常识的陈述得到普遍的科学原理？为此，弗兰克作了一个“图像”性描述，即有一条把常识经验和科学的普遍原理联结起来的链条，或从所观察到的事实到易领悟的原理的链条。这根链条在古代和中世纪叫做科学，同时也叫哲学。而在今天却不然，科学和哲学成为这根链条的两端。科学端即实验端或技术端，哲学端则为易领悟的，自明原理导出来的。这根链条就是科学“加”哲学，如图4所示。



图4 科学哲学的链条

这根链条所以“断裂”，是由于随着人类知识层次或领域的不同，人们对不同知识的接受的标准和原则也就不同，这种接受原理的准则在科学——哲学链条的两端各不相同，或者说，没有一个准则能贯穿整个科学——哲学轴线。这里有关于“易领悟的”原理的例子。在古代和中世纪，人们认为任何事物都按它的本性活动——鸟的本性是飞，蛙的本性是跳，马的本性是跑，医生的本性是治病……这是机体论的观点。它把每样事物的活动都描画成一种有机体的活动，而这种有机体的活动方式是“易领悟的”。在牛顿力学体系建立之后，“机体论”的世界观为“机械论”的世界观所取代。从机械论看来牛顿定律是“易领悟的”。许多年前在维也纳，第一辆电车的出现成为一件大事。有这样一个故事：工程师向大公解释电车的构造。这位大公非常专心地听着，当工程师讲完之后，他说只有一件事不懂——马在哪里呢？在机体论的传统中，这位大公无法了解除了有机体外还有什么东西可以产生力。还有一个在20世纪关于纽约孩子的故事：这孩子从来没有看见过马，你可想象当这孩子第一次去农村看见马拉一车东西的时候，他会多么惊奇。在机械化的传统中他立即会问：发动机在哪里？

大约从1600年科学变得自负了，于是链条在当中裂断了，科学家对物理定律是否可从普遍性更高的原理中导出已经不感兴趣。近代科学将科学与技术结合，而同哲学分裂。因此科学——哲学轴线断裂就在于易领悟性原理不能在可观察事实和技术应用的领域里得出实际的结果。譬如，牛顿理论所以被接受是因为它在技术上的卓越性。但是，随着牛顿理论被看作为“易领悟的原理”而成为一种哲学体系，科学就成为哲学的一个片段，科学就会变成哲学，于是裂断的链条愈合了。

当科学家同哲学家讨论普遍原理时总觉得哲学家有点“玄”。这是链条两端间的区别所在。在科学端，同常识的一致是在直接观察的水平上达到的；在哲学端，同常识的一致是在“易领悟的原理”水平上找到的。由此，弗兰克认为科学始于常识，人们依靠归纳或想象导出科学，而导出的原理不同于常识。把这些原理同常识直接联结起来却是哲学家的工作，如图5所示。



图5

该图中，哲学解释成为科学原理同常识直接联系起来的一条捷径。哲学给予科学的东西虽不为科学家所赏识，但却告诉了我们一般人解释科学的非常容易理解的方式，即转化为常识。这就是科学与哲学的“联结”。

十四、“寄生”、“牛虻”和“伙伴” ——观点之二

橐寄生依赖苹果和少数别的树生活，只能勉强地说它们是和寄生斗争，因为在同一树上，如果橐寄生过多，这棵树就不免枯萎而死。但如有多数橐寄生幼苗，密生于同一树枝上，那就可以更确切地说它们是在相互斗争。橐寄生靠鸟类以传播种子，它们的生存，全赖鸟类，以比喻方式说，它们和别的种子植物斗争，要靠引诱鸟类吞食和传播种子。

——达尔文

英国哲学家奥哈根博士 1985 年访华时讲了一个有趣的比喻。他说科学与哲学之间存在三层关系：一是“寄生关系”，哲学寄生在科学中，以科学作为基础。二是“牛虻关系”，哲学好像生长在牛身上的牛虻，有时蜇一下，让牛感到疼痛，即哲学有时会批评、剖析科学，成为科学革命的先导。三是“伙伴关系”，哲学和科学相依为命，相辅相成，互助共存，一同促进二者的发展及整个人类知识的进步。

哲学以科学为基础。本来在古代和中世纪，科学的种子和萌芽倒是寄生在自然哲学的母体之中。而近代科学宣告独立之后，哲学也随之更换了自己原来的那副“自然哲学”的面目，与科学的关系也发生转变，即哲学逐渐以科学为基础，从科学中吸取营养，以滋补自己的躯体。否则，哲学将会枯萎，甚至死亡。

但哲学素以“知识之王”荣耀于知识界，对寄生于科学的生活感到厌倦。而历史的发展容不得哲学这种骄横的态度，迫使哲学就范。于是哲学只得在科学的躯体上不误时机地蜇几下、叮几口，使科学妄自尊大的嘴脸收敛一下，使之清醒一些。的确，哲学给科学家提供的思维方式、认识方法无疑是人类认识中的精华，对人类认识的发展起着非常大的激发和促进作用，这是其他的认识因素所不能替代的。譬如，诺贝尔医学奖获得者艾克斯说，他从电传递学说的坚定支持者转为信奉化学传递说，曾受到波普尔的否定论思想的启发。日本杰出的科学家汤川秀树自称，他在研究原子核内部结构并提出介子假说时曾受到中国古代庄子思想的影响。

其实，科学与哲学之间存在着一个互存共生的关系。这种关系表现在多方面、多角度、多层次，而且随着人类认识的不断发展，两者间的相互依赖、

相互结合显得更加密切，那种互相贬低、轻视对方的局势不再存在。例如，本世纪初兴起的西方科学哲学思潮发展至今，已分化为多种学科——科学历史学、科学心理学、科学社会学、科学管理学、科学认识论、科学方法论，等等。科学家同哲学家及其他人文学家在建立共同的联盟，从而使科学主义思潮与人文主义思潮发生融合，以取代本世纪初至四五十年代科学主义与人文主义的严重分离的格局。

十五、“跛子”和“瞎子” ——观点之三

没有科学史的科学哲学是空洞的；没有科学哲学的科学史是盲目的。

——康德

著名的科学哲学家拉卡托斯根据康德的这一名言提出，科学编史学与科学哲学应该相互学习。科学哲学家应向科学史学习，同时科学史家也应向科学哲学学习。托马斯·库恩把这种关系谑称为“跛子”和“瞎子”的互助。

实际上科学与哲学之间也同样是“跛子”和“瞎子”间的互助关系。爱因斯坦曾说过：“认识论同科学的相互关系是值得注意的。它们互为依存。认识论要是不同科学接触，就会变成一个空架子。科学要是没有认识论——只要这真是可以设想的——就是原始的混乱的东西。”在此，爱因斯坦对科学与认识论或哲学的关系的阐发，与上面康德的名言所表达的完全一致。实际上爱因斯坦把“不同科学接触”的认识论看作了“跛子”，而把“没有认识论”或哲学的科学看作“瞎子”。当然，爱因斯坦并不希望这种“跛子”或“瞎子”出现，倘若产生就应互相学习，取长补短。爱因斯坦对科学和哲学之间的相互关系作了较明确和深入的论述。

首先，爱因斯坦认为哲学是全部科学研究之母。爱因斯坦指出：“如果把哲学理解为以最普遍、最广泛的形式追求知识，那么，显然哲学就可以被认为是全部科学研究之母。”“哲学像一个母亲，生产并养育了其他学科，因而一个人不能责怪她的赤裸和贫困，而是应该希望她的部分唐·吉珂德的思想靠其孩子们来维持，以使他们不致陷入博爱主义。”爱因斯坦把哲学作为科学产生和发展的基础。科学诞生于哲学之中，并从哲学中吸取营养。科学家不应该忘记哲学的养育之恩和母爱，而应丰富哲学，发展哲学，尽子女的一份义务。实际上，一位真正有才能的科学家是非常关心哲学或认识论的。

其次，爱因斯坦说：“哲学的推广必须以科学成果为基础。可是哲学一经建立并广泛地被人们接受后，它们又常常促使科学思想的进一步发展，指示科学如何从许多可能的道路中选择一条路。”科学一旦认识到哲学的慈母之爱，一旦从哲学那里获得正确的而有益的手段或奋斗的目标，科学将长驱直入，迅猛发展。

科学殿堂里的哲学大脑

十六、自然哲学家 ——亚里士多德、笛卡尔等

自然哲学本身就是物理学，不过是理性物理学……例如亚里士多德的物理学，就主要是自然哲学。

——黑格尔

科学殿堂中的哲学之光来自于这座殿堂里的哲学大脑，即科学哲学家。这里先略谈两位自然哲学家及其思想。

亚里士多德

“如果真有所谓人类导师的话，就应该认为亚里士多德是这样的一个人。”无疑亚里士多德与大哲学家黑格尔的这一评价是相称的。据说亚里士多德出身豪门，手上戴着戒指，留着时髦的短发；他是个瘦高个，但消化不良；他长于口才，授课时条理清晰，谈话时富于说服力，机智锋利，妙趣横生。他于公元前 322 年秋溘然长逝，终年 62 岁。他的遗嘱充分体现了慷慨大方、体贴他人的品格。

亚里士多德漫步于广阔的古代科学文化领域之中，他研究过力学、数学、物理学、天文学、化学、生物学、气象学、心理学、逻辑学、政治学、历史学、法学、语言学、美学、诗学、文学艺术等等。他撰写 100 多本著作。对此，英国的乔纳逊·巴恩斯在亚里士多德的传记中说：“这是累累的硕果，但令人咋舌的并不仅仅是它的数量，而是它所涉及的范围和主题的多样性。”

在亚里士多德看来，科学不需要华丽的辞藻，优美的语言对科学于事无补，毫无用处。当然阅读亚里士多德的文章并不觉得枯燥乏味，而是有娓娓道来之感，其吸引力并不亚于柏拉图那清隽秀逸的散文。

在物理学中，亚里士多德提出了自然运动与非自然运动的理论。在他看来，世界上各种不同的物体都有其不同的自然位置。当物体处于自然位置时它保持静止；当它不在自然位置上时它具有回到自然位置上去的本性。这种趋向自然位置的运动就是自然运动。他确立了土、水、气、火的自然位置：火的自然位置最高，其次为气，再次为水，土的自然位置很低。如烧开水时必须把容器放在火的上部，因为火的自然位置最高，火苗往上窜；水开时水汽会离开水面往上升；而容器中的沉淀物属于土，土的自然位置当然比水要低。非自然运动就是物体离开自然位置的运动，这种运动不符合事物的本性，需要外力推动，如向天空抛石块。

亚里士多德主张大地是球形的，因为球形是最完美的；而且地球是宇宙的中心，静止不动。因为地球的自然位置就是宇宙的中心，而天体的自然运动是圆周运动。

亚里士多德在生物学的研究中曾对 540 种动物进行分类，并对 50 多种动物进行解剖和观察。他还详细研究过鸡的胚胎发育过程。他在观察了野牛的一些习性后写道：“它（指野牛）为了保护自己使用脚乱踢并且把粪便排泄到八码开外。它极容易地而且经常地这样做。它的粪便如此灼热，可以烫落猎狗的茸毛。”

笛卡尔

勒内·笛卡尔（1596 - - 1650），出生于法国都兰城。一年之后，母亲去世，他由一位家庭教师带大，自幼养成了一种善于思考，遇事喜欢追根到底的习惯。他在普瓦蒂埃大学获得法学学位后决心了解社会，探索自然之奥秘，“去读世界这本书”。他先到巴黎潜心研究数学二年，以后参加军队先后到过荷兰、丹麦、德国，他视这种军队生活为最简便、最经济的旅行。因当时法国宗教势力较强，缺乏学术自由的气氛，他于1628年移居学术研究较自由的荷兰，一直住了20年。他的著作几乎都是在荷兰写的。笛卡尔研究领域极广，除了哲学与数学外，还研究物理学、天文学、气象学、光学、化学、生物学等等。主要代表作有《方法谈》、《形而上学的沉思》、《哲学原理》等。

笛卡尔曾在《哲学原理》中把自己的知识体系或自然哲学比作一棵大树，其树根是“形而上学”（即研究上帝、心灵、物质等），树于是“物理学”，树枝是各门具体科学。

在自然哲学的传统中有一个主题，即自然界的万物是由什么东西构成的？古代自然哲学家一直在思考这个问题，一般认为世界的本原是一种或几种具体的物质。如泰勒斯的水、赫拉克利特的火、德谟克利特的原子等。笛卡尔认为原子论没有根据，他提出以太说，认为以太是一种非常稀薄的连续流体，没有重量，不能被人的感官所直接感知。他提出物体的作用是通过以太挤压而传递的，宇宙是以太的海洋，虚空不存在，天体在以太中运行不受任何阻力。

在物理学上，笛卡尔认为物质的本质是具有广延的几何特性，物理学就是研究物体的空间形式及其在空间中的运动。物体在不受外来作用时将始终保持原来状态，这实际上是对惯性定律的一种表述。笛卡尔在伽利略的动量概念的基础上提出了动量守恒原理，即物体所受外力的冲量等于动量的增加。他还将运动划分为真实意义下的运动与日常意义下的运动。

在方法论上，笛卡尔是近代演绎方法、数学方法的先驱。“我思故我在”，“要追求真理我们必须在一生中把所有事物都来怀疑一次。”笛卡尔的怀疑精神是他的科学方法的出发点。笛卡尔坚持，演绎和数学方法在求知过程中是最重要的。他推崇理性，但并不轻视观察。有一次他指着将准备解剖的兔子对别人说：“这就是我的书。”

十七、科学家——哲学家 ——牛顿、爱因斯坦、玻尔等

与其说我是物理学家，倒不如说我是哲学家。

——爱因斯坦

这里所说的“科学家——哲学家”，其特点是，他们在进行理论研究时是以科学研究为主，以哲学探索为辅。在此仅简略介绍三位科学家及其哲学思想。

爱萨克·牛顿

牛顿（1643—1727）是一位伟大的力学家、光学家、天文学家和数学家，同时又是一位哲学家。他出生于英国林肯郡的一个农民家庭里，幼时能十分精巧地制作风车、风筝等。他生性腼腆，体质虚弱，为此常受到一个“小霸

王”的欺侮。有一次，“小霸王”故意地踢碎了他心爱的小风车。一向懦弱可欺的牛顿再也忍不住了，他狠狠地揍了那个“小霸王”。这使他的自信心大大增强。他要在学习上全面获胜。经过一番努力。结果从班中的落后生变为名列前茅的优秀生。牛顿放牧牛羊时也经常聚精会神地看书，牛羊跑到地里糟踏庄稼，甚至跑到远处他也不知道。他 18 岁时进剑桥三一学院专攻数学，1665 年获学士学位。同年仲夏伦敦大规模流行瘟疫，牛顿回故乡居住。26 岁时他被任命为剑桥大学教授，30 岁被选为英国皇家学会会员，以后任该学会会长。

牛顿的《自然哲学之数学原理》一书于 1687 年问世，宣告了自然科学的首次大综合。这使得机械力学的观念、方法等成为后来科学家坚信不疑的信条和世界观。这种机械自然观的建立直接影响了以后二三个世纪科学发展的进程。

在哲学上，牛顿从当时的力学知识出发提出了绝对空间与相对空间、绝对处所与相对处所、绝对运动与相对运动等一系列概念。牛顿还是一位自觉运用科学成果论证上帝存在的虔诚教徒。他认为太阳系形成时是上帝给予“第一次推动”。

在方法论上，牛顿主要继承了在他之前的伽利略和培根的方法论。他强调实验，称自然科学为实验哲学。他认为归纳是基本的推演方法。同时他还坚持数学方法及演绎方法的有效性。

阿尔伯特·爱因斯坦

爱因斯坦（1879 - - 1955）不仅是科学史上一位罕见的科学家，而且也是一位伟大的哲学家。从为庆贺他的 70 岁生日而由许多科学家和哲学家撰写的论文集《阿尔伯特·爱因斯坦：哲学家——科学家》的书名，我们不难看出爱因斯坦在人们心目中的形象。正如德国威廉皇帝学会第一任会长阿道夫·冯·哈纳克上任时所说：“人们抱怨我们这一代没有哲学家。可是他们错了。他们现在在别的学院里。他们的名字是马克斯·普朗克和阿尔伯特·爱因斯坦。”这位神学家在柏林大学的讲话大多被人们忘记了，唯独这几句成为人们津津乐道的美谈。

爱因斯坦的学术生涯大致包括物理学和哲学两大领域。他创建的相对论不仅震撼了物理学界，而且为科学哲学尤其认识论和方法论带来了关键性的进展。爱因斯坦对科学的一般问题、科学方法论，尤其是科学研究中的好奇心、直觉、灵感及想象在科学创造中的地位和作用等，都进行了认识论层次上的探索和论述。

倘若翻阅本世纪以来的重要哲学著作，尤其是科学哲学名著，其中没有论及爱因斯坦或相对论的为数不多。譬如，波普尔在创立他的否证论思想时就是以牛顿力学到爱因斯坦的相对论的过渡或革命为案例进行分析的。库恩、拉卡托斯等人在阐述自己的理论时也是如此。

尼尔斯·玻尔

玻尔（1885——1962）不仅为人们尊称为现代理论物理学大师，而且也是一位伟大的哲学家。他生于丹麦的哥本哈根，从小态度平和，待人友善，

不善表达，但对问题的思维异常敏捷。在一次美术课上，小玻尔画了一幅住宅图画，从其中一石一树都看得出这位 11 岁的小作者的认真细致，更令人惊奇的是画中篱笆桩柱数目竟与实际数目一根不差！他 1903 年进哥本哈根大学主修物理。他首先填写的选修课是哲学和逻辑。1911 年 26 岁的玻尔获得博士学位。他以他的原子模型理论而获得 1922 年度的诺贝尔物理学奖。他在哥本哈根创建并领导了物理学界赫赫有名的哥本哈根学派。该学派中有许多年轻科学家如海森堡、狄拉克、泡利等后来获得了诺贝尔物理学奖。当时哥本哈根流行这样一首歌：“伟大人物尼尔斯·玻尔，从一切虚假的足迹里认出正确的道路。”

玻尔在《原子论和自然的描述》一书中向人们展示了他的以互补原理为基础的自然观和哲学观。玻尔认为，人们在从事对某客观对象的观察时，观察者、观察仪器同客观对象之间必定有相互作用。而这种相互作用的存在就使观察者不可能达到对客观对象作确切的状态或因果性描述。观察者与观察对象之间是互补的。他认为微观粒子的粒子性与波动性是互补的。这就是他的互补原理。

玻尔还把这种观点应用到其他科学领域中。生物学中的机械论与有机论是互补的；哲学中如物质和精神、客观和主观、理性与感情都是互补的；人生本身也是互补的，每个人既是观众又是演员。

的确，玻尔的互补哲学为一些著名的物理学家全盘接受。据说，韦斯考普曾用互补观点分析某个物理问题，开始想不通，后来豁然开朗，于是他喊道：“玻尔永远胜利！”罗森菲耳德则呼吁：“是我们奋起应战，来把今日之梦变为明日之现实的时候了。感谢玻尔，他使我们的科学视野和哲学视野得到了惊人的扩展。”

十八、完全跨入哲学共同体的科学家

——马赫、罗素、库恩等

我不愿做一个盲目听从某一哲学家指挥的科学家，像莫里哀喜剧中的病人那样听从医生的指挥……我不打算给科学引进什么新哲学，而只想打发掉陈旧的、过时的哲学。

——马赫

这里要向读者介绍三位从事过专门的哲学研究并建立了自己的哲学体系的科学家。

恩斯特·马赫

马赫（1838—1916）是一位杰出的物理学家、心理学家和数学家，同时又是一位伟大的哲学家。他促成了实证主义向逻辑经验主义的过渡，形成了哲学史上著名的马赫主义哲学。

马赫小时被认为是一个“没有天赋”的少年。从马赫的自传中我们可以了解到他的一些童年生活。他两岁时在地上奔跑，追逐下山的太阳。当他握住将萌发的有弹性的植物种籽而手指像被一个活动物夹住时，他感到非常恐惧和惊奇。他四五岁时登上城墙看到城下人变小感到难以捉摸。7 岁时他跟父亲学做一些小游戏或实验。有一次父亲拿了空花盆问他里面有什么，他说

没有什么。于是父亲用一个软木塞堵住盆底的中心孔，放入一个装水的小桶，然后把花盆往水中压，结果那个软木塞突然冲出。类似的游戏或实验给他留下深刻的印象。马赫在中学时代虽被老师认为是个没有天赋的孩子，但他读完了父亲的藏书中一本康德的《未来形而上学导论》。这本书使他入迷。1855年马赫进维也纳大学学习物理和数学，于1860年获得博士学位。以后他进行一系列物理学方面的实验研究，如有关冲击波的研究。在心理学上他也取得了一些重大进展，如“马赫带”的发现等。

马赫的主要哲学著作有《感觉的分析》、《认识与谬误》等。《感觉的分析》一书有多种文字版本，于是，马赫的哲学思想得以广泛流传。

马赫认为唯物主义与唯心主义都是把物质和精神对立起来的“二元论”。他提出要克服这种对立，建立统一的、一元论的宇宙结构。他提出世界是由一种中性要素构成，这些要素就是颜色、声音、压力、空间，时间，即我们通常称之为感觉的东西。科学对此只能描述，不能解释，而描述应遵循“经济思维原则”——用最少量的思维对经验事实作最完善的陈述。

马赫对经典力学的批判哲学影响深远，20世纪物理学的两大杰出理论体系相对论和量子力学的建立，都是受马赫的启发和影响而完成的。

伯特兰·罗素

“对爱情的渴望，对知识的追求，对人类苦难不能遏制的同情心，这三种单纯但无比强烈的激情支配着我的一生。”这是当代大思想家罗素在《罗素自传》中将自己的人生观向世人的坦诚表白。

罗素1872年5月18日生于英国曼摩兹郡的特雷莱克的一个贵族世家。祖父约翰·罗素伯爵是著名的自由党政治家，曾于1832年提出第一个议会选举修正案，并两度担任首相。父亲是子爵，母亲出身于辉格党贵族。由于母亲、父亲因病先后去世，3岁的伯特兰和哥哥弗兰克就被带进维多利亚女皇赐给他祖父的彭布罗克官邸中，由祖母照管并带大。祖母笃信宗教，家庭生活极为严格。在这种清教徒式的教育下，罗素常默想自己的罪恶及愚蠢之处。说来也怪，小时候连甜食和水果都不大吃的罗素，后来居然体质很强，几乎活到100岁。按祖母的愿望，罗素在家里受教育，外籍保姆和教师教会他德文、法文、意大利文、希腊文，这对他后来博大精深的思想的形成至关重要。他时常在荒凉的大花园中独自散步、冥想。他听说地球是圆的，就想打个地洞看看是否这样。罗素8岁时跟哥哥学习欧几里德几何学。在祖父的书房里，他阅读了大量文学和历史著作，以致使他后来撰写的论著条理清晰、流畅，引人入胜，最终获得诺贝尔文学奖。

罗素于1890年考入剑桥大学三一学院学数学，以后在该学院讲授逻辑和数学原理。1908年被选为皇家学会会员。罗素于1970年2月2日去世，终年98岁。

罗素著述之多、论及问题之广在人类认识史上极其少见。他主要涉及哲学、数学、物理、历史、政治、教育、社会学等领域。他一生中著有71种书；论文不计其数。每本书、每篇文章都闪现出他独特的思想光辉。特别是他与怀特海合著的《数学原理》一书，对数理逻辑的发展有重要意义。

罗素是20世纪初科学哲学中逻辑原子主义的主要代表人物。罗素认为，复杂实体由简单实体构成。世界由事实构成，事实使一个命题为真或假。语

言结构与世界结构一致，命题与事实相对应。语言是实在的一面镜子，而构成人们的人工语言包括原子命题、分子命题、全称命题、普遍命题。其中原子命题是语言中最基本的、最小的单位，它反映原子事实。罗素对分析哲学的一个重要贡献是他提出“摹状词理论”。

罗素在科学及哲学上的成就与罗素本人的生活、社交密切相关。有这样一段趣事。1892年罗素被吸收为剑桥的一个不公开的协会中，该协会每周六晚上开会，一直讨论到午夜。第二天吃过早饭到乡间散步、漫游，接着讨论。在这种自由讨论中罗素结交了一大批有才能的朋友，如数学家和哲学家怀特海、哲学家穆勒、著名的经济学家凯恩特等。在家里不准抽烟喝酒的罗素从这时起已是大烟斗不离嘴边。有趣的是，这个大烟斗后来倒成了他的救命物。1948年11月他去挪威演讲，在去程的飞机上，他那强烈的烟瘾迫使他不得不独自去吸烟室。当飞机到达特隆赫姆港时突然坠毁。在非吸烟室的乘客全部遇难，只有罗素一人从吸烟室中爬出，在水中游了一小段距离后被小船救起。罗素这时只是觉得冷冷的海水太不友好了。

托马斯·库恩

库恩（1922—？）是当代美国著名的科学家、科学史家。1962年库恩以《科学革命的结构》一书的发表轰动整个科学哲学界，而成为当代最著名的科学哲学家之一。有人曾将他的这本小册子列为20世纪科学哲学五大成就之一。

库恩于1922年7月18日生于美国辛辛那提城，1943年毕业于哈佛大学物理学系，并获得物理学学士学位；1949年获得物理学博士学位，学位论文是关于理论物理学方面的。库恩曾在当时哈佛大学校长、科学史家柯南特的指导下研究自然科学发展史。后来他担任美国科学史学会主席、美国科学院院长等职务。

库恩作为一位科学家和哲学家所具有的理论素养和知识结构，可从他撰写的科学著作的资料来源中看出。例如，他在《科学革命的结构》一书中，其脚注共引100多本专著或文章。其中自然科学著作有24本，物理学史49本，化学史16本，科学哲学12本，科学社会学3本，科学家传记4本。不难发现，科学史方面的资料占大部分，他提倡“要充分倾听历史的呼声”；其次是自然科学和哲学。库恩的这种知识结构突出地表现了科学殿堂中科学哲学家的思维类型和模式。

科学殿堂里的“维纳斯”

十九、“本纳德水花” ——科学对象的美

美是自然的一种作品。

——塔索（意大利美学家）

从基本粒子的微观世界到浩渺无际的天体宇宙，处处充满着绚丽多彩、生机勃勃的景色，处处充满着新奇、对称、有序的美的节律。这些都使人们感到兴奋和激动。譬如，在研究自然界从无序向有序转化规律的耗散结构理论中，有一个最早用来说明耗散结构物理图景的实例，它是由本纳德最先发现并构成他的博士论文的流体力学实验。实验过程如下：

水被限制在两平面的薄层之间，上面为一透明板，温度为 T_B ，下面加热板，温度为 T_A ，如图 6 中（a）所示。

当 $T_A=T_B$ 时，水处于平衡状态，观察不到任何现象。

当 $T_A > T_B$ ，即给水加热时，水处于非平衡状态；若保持 T_A 、 T_B 不变，则水处于非平衡定态。加热开始时水无宏观运动。

当 $T_A - T_B = T_C$ （ T_C 为临界温度），这时实验现象就可被观察到：突然出现水的宏观整体运动。这种运动从侧面看，则如同“蛋卷”，且两相邻水花的旋转方向相反，如图 6 中（b）所示。若从上面的透明板观察，更是奇妙无穷，出现了许多规则的正六角形对流格子，水从六角形的格子中心流出，沿六边流下，如图 6 中（c）所示。这种现象就是著名的本纳德流或本纳德水花，如图 6 中（d）所示。这种水花是远离平衡态自发形成的一种空间有序结构，这就是耗散结构。

的确，世界是美的、有序的、和谐的。生物学家海克尔说过：“一枝蕨，一根草茎，一个甲虫，一只蝴蝶，只要详加研究，即可发现其美。”这同艺术家的见解是一致的。罗丹说：“美是到处都有的。对于我们的眼睛，不是缺少美，而是缺少发现。”

大自然在外观上的缤纷多姿，在结构上的对称新奇，在运动上的和谐有序等等都向我们人类心间灌注了一种崇高和伟大的爱，吸引着科学家全力倾注于探索其奥秘的伟大事业之中。正如爱因斯坦所说：“照亮我的道路，并且不断地给我新的勇气去愉快地正视生活的理想，是善、美和真。”

二十、爱因斯坦与音乐 ——科学家的审美素质

音乐并不影响研究工作，它们两者都从同一个渴望之泉摄取营养，而它们给人们带来的慰藉也是互为补充的。

——爱因斯坦

爱因斯坦虽然上小学、中学时被认为是一个“笨头笨脑的孩子”，但从小酷爱音乐。他 6 岁时在母亲的指导下开始学习小提琴，到 14 岁时已能登台伴奏，受到人们的好评。无论爱因斯坦去什么地方，小提琴总是形影不离地伴随着他。有一次，他访问比利时王宫时，同比利时王后伊丽莎白一起演奏四重奏和三重奏，致使爱因斯坦同比利时国王一家建立了深厚的友谊。爱因

斯坦喜欢 18 世纪音乐家的作品，他热爱巴赫、莫扎特、舒伯特的音乐，对贝多芬则有些敬而远之。他在欣赏音乐时全凭自己的直觉和体味。他说：“很难说巴赫和莫扎特哪个更能吸引我。我并不在音乐中寻求逻辑。总的来说，我全凭直觉，对音乐理论一无所知。如果我不能凭本能抓住一部作品的内在统一（结构），那我就不会喜欢这部作品。”他认为自己的音乐爱好对他所从事的物理学研究有重要影响。他说：“音乐和物理学领域里的研究工作，虽不属于同一族系，但彼此之间却有相同的目的——力求反映出未知的东西，在这方面它们是相辅相成的。”他坚持，真正的艺术应该产生于创造力丰富的艺术家心中一股不可遏制的激情；科学也是如此。

像爱因斯坦一样，科学史上有许多科学家如玻尔、普朗克、爱迪生等都爱好音乐。这并非偶然，因为音乐给人们的内心世界带来的东西太多了。譬如音乐给欣赏者带来许多味道各异而美好和谐的感觉：自由奔放，情波荡漾；细腻委婉，思绪明晰；雄壮激烈，心弦震颤……音乐还能激发一个人的灵感、直觉及想象力。欣赏一首优美的轻乐曲，一旦大脑的思维节律、人体的自我律动与乐曲的节奏合拍而产生共鸣时，就会全部身心投入其中，不感到周围其它事物的存在。过后记忆力极强。因为音乐从生理上能使人体内一些有益的化学物质如乙酰胆碱的释放大增，而乙酰胆碱是脑细胞之间信息传递的一种主要媒介物即神经递质，这样就会达到提高神趣及改善记忆的效果。

傅雷曾说：“单靠音乐修养来培养音乐家是有很大弊害的。”这句话很值得人们深思。单靠科学修养来培养科学家同样是不够的。科学家也应从包括音乐在内的所有人类智慧成果中吸取营养，丰富自己。只有这样，科学家的审美素质才能提高，趋向健全。

二十一、“深奥的美” ——科学理论的美

显然，韦尔曾承认这个理论作为引力理论是不真的，但它是那么美，使他不愿放弃它。于是，为了美的缘故，他把它维持下去。而多年以后，当规范不变的形式被加进量子电动力学时，韦尔的直觉变得完全正确了。

——钱德拉萨克

科学与艺术、大自然之间有着某些共同之处，其中之一就是三者中都包含美的因素，即分别表现为科学美、艺术美和自然美。科学美同艺术美都是自然美的反映和把握。但艺术美是人类对自然美在感性和形象上的理解和映现，而科学美则是自然美在理念上的认识和观照。当然，科学美也有其美的表现形式，如，科学追求其原理、定律、公式、模型、假设、公理等在形式上的简单性、对称性、相似性及奇异性等；同时科学美又是一种理性的美、智慧的美。但科学美本质上是一种“深奥的美”。

在古希腊时期，自然哲学家对科学美的认识是朴素的。他们将科学美与自然美、艺术美合并为一。譬如，毕达哥拉斯认为“美是和谐与比例”，“整个天体就是一种和谐与一种数”。数的和谐与宇宙的美相一致，各行星与地球一定适合于某种比例数，从而奏出“天体的音乐”。

在文艺复兴时期出现了像达·芬奇这样同时在科学、艺术、自然等领域放射光芒的巨人。揭开近代科学革命的帷幕的天文学家哥白尼提出“日心说”以取代托勒密的“地心说”，其中一个重要原因就是他从美学角度考虑了宇

宙的结构。他发现“地心说”的体系过于复杂和繁琐，难以反映宇宙体系的和谐、统一。他在建立“日心说”时就遵循了简单性原则、和谐性原则等。即使按哥白尼的理论计算，结果并不比托勒密的更准确。这说明，在科学探索中对和谐及美的追求有时比理论的精确性更为重要。哥白尼曾这样描述他的理论：“太阳就坐在皇帝的宝座上，管理着周围的行星家族……这样，我们就发现在这种有秩序的安排下，宇宙里有一种奇妙的对称，轨道的大小与运动都有一定的和谐关系。”以后在近代科学的发展中，科学美与艺术美、自然美之间由原来的大一统状态发展为相对独立状态。科学美以新的形式出现，如逻辑的简洁性，表述的数学化，实验结果的一致性等。在现代科学中有许多理论同样闪现着美的光彩，如麦克斯韦方程组、爱因斯坦的相对论等。

科学理论的美除了形式美与内涵的真这些本身的美之外，还表现在对周围其他认识的影响中。某种科学理论的美会对其他理论的提出与建构有巨大的影响力，这一点也为科学史所证实。

二十二、创造就是美 ——科学创作中的美感

科学的探索研究，其本身就含有至美。

——居里夫人

创造是人类所独有的天赋，它作为人类智慧王冠上的一颗明珠具有最大的魅力，令人激动、陶醉和向往。顾名思义，创，就是首创，新创，制作出前所未有的东西。而美的东西也往往是新的、前所未有的。物以稀为美，任何创造本质上都是美的。无论科学创造还是艺术创造都是新的、美的。

科学家在科学创作过程中，通过自己的探索和劳动而作出某种发现，就会达到从必然境界到自由境界的过渡，其中就必定体味到美感。我们常说，科学始于问题。问题在科学家的心理上留下“缺少的环节”，造成认识中的不和谐主客观的不一致。这在科学家的心理上就表现为一种紧张感和压力感。一旦问题的答案已经得到或即将见到胜利的曙光时，探索者才进入一种豁然开朗的境界，达到主观与客观的一致，心理上产生轻松自如的美好感觉。生物学家巴斯德说过：“当你终于确实明白了某种事物时，你所感到的快乐是人类所感到的一种最大快乐。”

科学创作中的美有时会成为科学家从事科学研究的重要动机。法国数学家彭加勒说：“科学家研究自然，是为了从中得到乐趣，而他得到乐趣是因为它美。如果自然不美了，它就不值得去了解，生命也就没有存在的价值。”当然，彭加勒把美看作科学创作的唯一动力，未免有些偏颇。但科学创作中的美确实是引导科学家从事探索的重要动机。爱因斯坦也曾说过：“把人们引向艺术和科学的最强烈的动机之一，是要逃避日常生活中令人厌恶的粗俗和使人绝望的沉闷，是要摆脱人们自己反覆无常的欲望的桎梏……这种愿望好比城市里的人渴望逃避喧嚣拥挤的环境，而到高山上享受幽静的生活，在那里，透过清寂而纯洁的空气，可以自由地眺望，陶醉于那似乎是为永恒而设计的宁静景色。”当然这只是一直一种追求“世外桃源”、为现实所迫的消极动机。爱因斯坦认为还有一种积极的动机：“人们总想以最适当的方式来画出一幅简化和易领悟的世界图像。”

在科学创作过程中提出某种科学性猜测或假说，也往往是美的。物理学

家海森堡曾说过：“如果自然给我们显示了一个非常简单的和美丽的数学形式——说到形式，我是指假说、和谐的统一体系——显示了任何人都不曾遇到过的形式，那么我不得不相信它是‘真’的，它揭示了自然界的奥秘。”

在科学创作过程中各种方法的运用往往也是美的。灵感、直觉的闪现，想象力的自由驰骋，“理想实验”的成功等等都包含着一种极大的快感，这种美好的情感是在其它地方难以产生，甚至干脆得不到的。

科学殿堂里的人生论坛

二十三、人生之路 ——理想、德行与事业

“我自己就体会到，既要从事呕心沥血的脑力劳动，又要保持着做一个完整的人，那是多么困难呀！”这是爱因斯坦作为一位伟大的科学家对人生这一课题所发的肺腑之言。的确，人生之路是复杂的、艰难的。虽然艰难，但还应该走，应该做——这就是爱因斯坦对自己的要求。这里，爱因斯坦说的“完整的人”，是指对科学家和知识分子来说，要做一个关心人类命运，关心政治和社会，为造福人类而献身的科学家。他告诫人们不要成为这样的科学家：整日沉溺于抽象晦涩的问题讨论之中，对人类的前景漠不关心，一碰到政治问题便采取最小阻力政策，而完全躲入自己的知识专业的壁垒之中。更有甚者虽在科学上获得诺贝尔奖，但在政治上却成为法西斯主义分子，如德国的两位物理学家勒纳德和斯塔克。爱因斯坦充分认识到，科学家不是生活在象牙塔或真空之中，而是生存于一定的社会、伦理、道德观念及政治气候之中。单纯的才智并不能取代道德修养上的高尚、政治上的光明磊落。爱因斯坦和他的理论经受了暴风骤雨、严寒冰雪的打击。在法西斯的统治下，他被抄家，失去教授的职业，以致于后来纳粹当局以5万马克悬赏他的头颅。然而爱因斯坦并没有向恶势力低头。爱因斯坦作为科学家可以自慰，而作为一个具有健全人格的人可以自豪。他为人们尤其科学家走出了一条光明的人生之路。

的确，一提起爱因斯坦，人们便会联想到这位“古往今来最伟大的科学家”（E.施特劳斯语）形象；想到他那深奥莫测的相对论；想到他那副似乎用神秘的符号和枯燥的数字堆砌起来的，又似乎出自雕刻家之手的冷涩严峻的面容……但却忽视了现实生活中的爱因斯坦：他和蔼可亲、风趣幽默，在与人们谈论人生、事业和友情时就像一位慈爱的兄长，一位亲切的老师，一位忠诚的朋友。

1950年12月初，爱因斯坦在普林斯顿收到拉特格斯大学一位19岁的大学生的长信。信中说：“先生，我的问题是，人活在世界上到底为什么？”他排除了诸如挣钱发财、搏取功名或助人为乐之类的答案，接着说：“先生，坦率地说，我甚至不知道自己为什么上大学，为什么学习工程学。”他认为人活着“什么目的也没有”。他对周围的一切甚至自己一无所知，只发现自己被束缚在“这个广袤浩渺的宇宙之一隅”，只知道自己必然死亡并对死亡感到不可理解。这位大学生最后诚恳地说：“请您不要照顾情面，如果您认为我已误入歧途，烦请您把我引入正路。”

在回答这一强烈的求援声时，爱因斯坦并没有敷衍应付，他的指教肯定会解除这位大学生孤独的心灵所承受的重压，使这位大学生变得振奋起来。爱因斯坦立刻用英文覆信如下：

“为了探索个人与整个人类的生活目的，你进行了如此认真的努力，这使我深受感动。我认为，如果像你这样提出这个问题，那就不可能有合理的答案。如果我们讨论的是一项行动的目标和目的，那我们只不过提出了这样一个简单的问题：我们这一行动或其后果应该满足什么欲望，或者说应该避免什么不希望出现的后果。”

“尽管如此，我们都认为，一个人活着就应该扪心自问，我们到底应该怎样度过一生？这是一个合情合理的问题，也是一个非常重要的问题。在我

看来，问题的答案应该是：在力所能及的范围内尽量满足所有人的欲望和需要，建立人与人之间和谐美好的关系。这就需要大量的自觉思考和自我教育。不容否认，在这个非常重要的领域里，开明的古希腊人和古代东方贤哲们所取得的成就远远超过我们现在的学校和大学。”

在爱因斯坦获得诺贝尔物理学奖而扬名世界后收到许多热情洋溢的书信。其中，1952年2月25日英国一所中学的“六年级协会”写信给爱因斯坦，兴奋地通知他该协会所有成员几乎全体一致地推选爱因斯坦任该协会会长。虽然这一职务并不要求他做什么事，再说他们也没有设立会长的规定，但他们认为爱因斯坦会把这次选举视为他们协会对爱因斯坦伟大工作的承认。1952年3月17日，爱因斯坦用英文覆信如下：

“作为一个曾经当过教员的人，我非常乐意地接受你们任命我担任贵协会会长职务的决定，并为此感到自豪。尽管我已是个年老的吉普赛人，但老年本身就有一种爱体面的倾向，我也不例外。但是我不得不告诉诸位，对于你们事先未经我的同意就作出此项任命，本人略感困惑不解（但不是大惑不解）。”

爱因斯坦这风趣幽默而又充满友爱的回信被镶入镜框挂在学校图书馆里，至今还挂在那儿。

对人们在自己的人生旅程中如何树立自己的理想，增进自己的修养，做一番自己的事业等，有许多科学家向我们谈了他们的内心的感触、体会和认识。请看下面精彩的名言和警句：

我们应该不虚度一生，应该能够说“我已经做了我能做的事”。人们只能要求我们如此，而且只有这样我们才能有一点快乐。

——居里夫人

每个人都有一定的理想，这种理想决定着他的努力和判断的方向。就在这个意义上，我从来不把安逸和快乐看作是生活目的本身——这种伦理基础，我叫它猪栏的理想。

——爱因斯坦

我的人生哲学是工作，我要揭示大自然的奥秘，并以此为人类造福。我们在世的短暂一生中，我不知道还有什么比这种服务更好的了。

——爱迪生

人只有献身社会，才能找出那实际上是短而有风险的生命的意义。

——爱因斯坦

我们从别人的发明中享受很大的利益，我们也应该乐于有机会以我们的任何一种发明为别人服务；而这种事我们应该自愿地和慷慨地去做。

——富兰克林

如果能追随理想而生活，本着正直自由的精神，勇敢直前的毅力，诚实不自欺的思想而行，则定能臻于至美至善的境地。

——居里夫人

我要知道人是怎样构造的，帮助人成为健康、聪明、幸福的人。

——巴甫洛夫

一个人对社会的价值首先取决于他的感情、思想和行动对增进人类利益有多大作用。

——爱因斯坦

立志、工作、成功，是人类活动的三大要素。立志是事业的大门，工作

是登堂入室的旅程，这旅程的尽头就有成功在等待着，来庆祝你努力的结果。

——巴斯德

如果说我看得远，那是因为我站在巨人们的肩上。

——牛顿

要是没有为数众多的可敬的观察家们辛勤搜集到的丰富资料，我的著作便根本不可能写成，即使写成了也不会在人们心目中留下任何印象。所以我认为荣誉主要应归于他们。

——达尔文

科学家不是依赖于个人的思想，而是综合了几千人的智慧。所有人想一个问题，并且每人做它的部分工作，添加到正建立起来的伟大知识大厦之中。

——卢瑟福

美德有如名香，经燃烧或压榨而其香愈烈，盖幸运最能显露恶德而厄运最能显露美德也。

——培根

我相信我们应该在一种理想主义中去找精神上的力量。这种理想主义要能够不使我们骄傲，而又能够使我们把我们的希望和梦想放得很高。

——居里夫人

你们只懂得应用科学的本身是不够的。关心人本身，应当始终成为一切技术上奋斗的主要目标；关心怎样组织人的劳动和产品分配这样一些尚未解决的重大问题，用以保证我们科学思想的成果会造福于人类，而不致成为祸害。

——爱因斯坦

二十四、人生的支柱

——困难、进取与自信

人，不可不经困难和挫折，这对任何人都是平等的。而能经受住各种困难和挫折的打击并从中奋发进取和充满自信，可谓是一个人让其生命得以维系、让其生活充满活力的根本所在。在这方面，伟大的科学家居里夫人为我们树立了光辉的榜样。

玛丽·居里于1867年11月7日生于华沙。在中学时代，玛丽是一个品学兼优的学生，各门功课总是第一，很讨老师和同学们的喜欢。但她的生活并非一帆风顺，她母亲和大姐的相继去世，使她受到痛苦和悲哀的打击。但她并没有沉溺于苦痛之中一蹶不振，相反这使她了解到生活的艰难而变得更加坚强。为了去法国求学，她与姐姐布罗妮雅一起做家庭教师挣钱。在一番努力之后，玛丽考入索尔本学院，开始了她盼望已久的大学生活。

玛丽的姐姐是在她之前去法求学的，以后建立了家庭。起先，玛丽住在姐姐家里。布罗妮雅夫妇都是医生，待她很好，可环境对她不利：病人光顾频繁，离校很远等。后来玛丽说服姐姐，在学院附近租了一间房子住下来。

那是六层楼上的一个顶阁，又窄又暗，但租金便宜，而且安静，附近还有个公共图书馆。天一黑她就跑到图书馆，坐在那张长方形的大桌子前面，在明亮的煤气灯下，手抱着头读书，一直到晚上10点图书馆关门才走。回到阁楼后继续学习到深夜2点，实在困倦了才上床睡觉。冬天屋里冷得很，冻得睡不着，她就把所有的衣服都盖在身上，还是不顶事。她最后只得将一把

椅子压在被子上。

有一天，玛丽和一位同学在一起时突然晕倒。她过度疲劳，营养又不足，本来挺健壮的身体得了贫血症。当姐夫闻讯赶来，气喘吁吁地爬到小阁楼上开门一看，脸色苍白的玛丽却又在预习第二天的功课了。姐夫再三询问才知道，原来玛丽一天到晚，唯一的食品就是一把萝卜和半磅樱桃。姐夫听后又生气、又难过，埋怨自己对她照顾不周。布罗妮雅心疼极了，想方设法地给她增加营养，才使她的身体慢慢康复。

功夫不负有心人。在索尔本学院的学习生涯中，玛丽的学习成绩使同学们羡慕，使教授们惊异。在入学后两年，玛丽就充满自信地参加了物理学硕士学位考试，在 30 名应试者当中她得了第一名。第二年又以第二名的优秀成绩获得了数学硕士学位。1894 年玛丽与一个叫比埃尔·居里的年轻男子萍水相逢，很快就彼此相爱了。两人于 1895 年结婚，并开始了她伟大一生中的新征程——研究一种有趣的射线。1898 年 7 月，他们发现了一种放射性元素，命名为“钋”，以纪念玛丽的祖国波兰。同年 12 月，他们又发现了另一种新元素——“镭”。这种物质变化极快，放射性极强，难以测量其原子量。很多人说：“镭在哪里？拿出来给我们看看！”是要拿出来的，他们找到了理化学校的一间破旧的棚屋作为实验室。这个棚屋有一个长处：它由于太破、太可怜，以致于不会有人想到不许他们使用。但原料从哪里来？藏有钋和镭的铀沥青矿是一种贵重矿物，他们的财力难以担负。机智弥补了财力的不足。捷克的波希米亚（当时属奥地利）有一个矿开采这种矿物，在提取钠盐后残渣堆满沙荒地。他们想，生铀沥青虽贵，残渣的价值就有限了，而残渣里也含有镭。经过努力，奥地利政府立即决定把一吨矿渣赠给这“两个疯子”使用。

玛丽的学生生活最愉快的时期是在阁楼里度过的，现在又要在一个残破的棚屋里尝受提炼镭的最大快乐！在夏天，因这棚屋顶棚是玻璃，里面变得十分燥热；在冬天，严寒更是可怕。但就是在这间旧棚屋里，玛丽与比埃尔一起度过了四个年头。原来认为铀沥青矿大约含有百分之一的镭，提炼出镭并不困难，但实际情况却不然，他们发现镭的含量还不到百万分之一。他们一天接一天地炼。一吨矿渣炼完后又从奥地利运来好几吨。四年来，玛丽既是学者，又是工人、技师，也是苦力，同时还是一个家庭主妇，一位有孩子的母亲。可以想到当时有多少重压同时落在玛丽身上！1902 年，玛丽终于赢得了胜利，他们从 8 吨沥青矿的残渣中提炼出 0.1 克纯镭，并测定了其原子量为 225。

大自然并没有辜负这两位科学家的奋发进取和热切期望。在炼就纯镭的这天夜晚，他们一起来到这间棚屋。“不要点灯！”她微笑着，“‘我希望它有美丽的颜色’！这是你说过的话，还记得吗？”“看哪……看哪！”玛丽低声地说，在寂静的黑暗中，他们都注视着镭发出那些微光。玛丽热烈地看着，就像照看自己的婴儿。玛丽永远记得这一晚，永远记得这神仙境界般的奇观。

1903 年，居里夫妇获得了诺贝尔物理学奖，1911 年居里夫人又单独获得诺贝尔化学奖，居里夫人将这些奖金的大部分送给像她以前一样贫困的波兰学生、生活无着落的女工和实验助手。许多朋友责怪她没有把这笔财富留给自己的孩子。居里夫人却说，“贫困固然不太好受”，“但富裕却没有必要”。她要求自己的孩子在困境中奋进，用勤劳、智慧和自信去开辟自己的人生之

路。

1934年7月4日，一颗非凡的大脑停止了思考：居里夫人死于恶性贫血症。她为人类发现了镭，创立了镭科学，最终为镭牺牲了生命！

朋友，你一定会从居里夫人不平凡的经历和奋发进取的精神中得到一些启迪吧！也必定会思考在自己的人生之路中如何去克服困难，迎得胜利的曙光吧！

接下来，我们不妨从“困难、进取与自信”的论坛上倾听一下许多著名科学家所发出的感人肺腑之言和铿锵有力之声：

失败也是我所需要的，它和成功一样对我有价值。只有在我知道一切做不好的方法以后，我才知道做好一件工作的方法是什么。

——爱迪生

我必须承认，幸运喜欢照顾勇敢的人。

——达尔文

奇迹多是在厄运中出现的。

——培根

告诉你使我达到目标的奥秘吧。我唯一的力量就是我的坚持精神。

——巴斯德

凡事勤则易；凡事惰则难。

——富兰克林

人们最出色的工作往往在逆境的情况下做出。思想上的压力，甚至肉体上的痛苦都可能成为精神上的兴奋剂。

——贝弗里奇

我从来不曾有过幸运，将来也永远不指望幸运……我激励自己，我用尽了所有的力量应付一切……我的毅力终于占了上风。我的最高原则是：不论对任何困难，都决不屈服！

——居里夫人

幸运所生的德性是节制，厄运所生的德性是坚忍；在伦理上讲起来，后者是更伟大的一种德性。……幸运并非没有许多的恐惧与烦恼；厄运也并非没有许多的安慰与希望。

——培根

新的潮流，在其前进的道路上，必定会常常遇到许多积久的成见霉菌、极端的愚昧无知以及在模仿者人们中间根深蒂固的偏执思想的特别坚固的层岩。

——米丘林

从我自己痛苦的探索中，我了解前面有许多死胡同，要朝着理解真正有重大意义的事物迈出有把握的一步，即使是很小的一步也是很艰巨的。

——爱因斯坦

我坚持奋战五十五年，致力于科学的发展。用一个字可以道出我最艰辛的工作特点，这个字就是失败。

——开尔文

学习这件事不在乎有没有人教你，最重要的是在于你自己有没有觉悟和恒心。

——法布尔

耐心和恒心总会得到报酬的。

——爱因斯坦

科学研究的成果来之不易，他如想获得成功，必须具有耐心和勇气。

——贝弗里奇

假如别人和我一样深刻和持续地思考数学真理，他们会作出同样的发现的。

——高斯

我们的生活似乎都不容易，但是那有什么关系？我们应该有恒心，尤其是自信力！我们必须相信，我们的天赋是要用来做某种事情的，无论代价多么大，这种事情必须做到。也许在我们最不希望的时候，诸事都转变得很好。

——居里夫人

只见汪洋时就认为没有陆地的人，不过是拙劣的探索者。

——培根

展翅高飞信心满，晶空对我非遮拦；戳破晶空入无限，穿过一天又一天；以太万里真无进，银河茫茫遗人间。

——布鲁诺

二十五、成才的关键 ——勤奋、敏察与思考

世界发明大王爱迪生(1847—1931)在他生命的84岁7个月零27天中，单在专利局登记过的发明专利申请就有1328种；他一生几乎平均每15天就有一项发明，由此被人们认做天下奇才。但他本人反对这种看法。他坦诚地说：“无论哪个头脑清楚的人，都能像我一样有成就，如果他肯拼命地钻研。”“天才是百分之一的灵感，百分之九十九的汗水。”确实如此，只要了解爱迪生从事每项发明的奋斗过程，就很自然地发现，爱迪生的诸多发明中凝聚了无数的汗水和心血，体现了他惊人的毅力，蕴含了他对周围事物的敏锐体察和深入思考。

爱迪生从小有着很强的好奇心和周围发生的一切进行敏锐体察的习惯。他一碰到新奇的事情就想研究研究，即使一些看来很普通的现象也不轻易放过。

有一次，爱迪生在试验电话时发现传话器里的膜板随声音的高低引起相应的震动，便觉得奇怪，他想进一步探讨这种震动的幅度究竟有多大。他找来了一根短针，一头竖在膜板上，一头用手指轻轻按着，再对准膜板一讲话，手指头便觉得短针在颤动，讲话声音高，颤动快；讲话声低，颤动则慢，十分清楚。他连续试了好几次，结果都一样。他端详着那根短针，猛地想到：说话的声音能使短针颤动，相应地，这种颤动也一定能发出原先的说话声。他眼前豁然一亮：能否设计一种机器把原先的有价值的声音贮存起来？从此不难发现，这些想法都是爱迪生的好奇、敏察和具有灵感性的思考等综合在一起的结果。

接下来便是爱迪生在研究中的勤奋因素起作用了。当时，正值盛夏，天气闷热，爱迪生一人坐在门罗公园实验室煤气灯下，做着短针颤动实验。一只只飞蛾嗡嗡地窜进窗户，往煤气灯上直扑。屋里蚊子嗡嗡乱飞，直叮。但这些都未扰乱爱迪生的心。只见他一会儿凝神沉思，一会儿站起身踱上几圈，一会儿又冲回试验台埋头干起来。他先用纸条试，又换了胶板等等，结果都

不令人满意。他左思右想，七试八试，直到深夜，才想起一样东西或许较合适，于是赶紧跑到材料库取来一张蜡纸，效果果然挺好，禁不住眉开眼笑。四个月後，爱迪生进行灌音试验。这天他的助手克鲁西和卡门都在场，他们难以相信爱迪生能让一台机器说话，便在一旁静静地站着，拭目以待。只见爱迪生用一张锡箔包在刻有螺旋槽纹的金属圆筒上，一面轻悠悠地摇动曲柄，一面对准圆筒前的那根小管，纵声唱道：

玛丽有只小羊羔，
雪球儿似的一身毛。
不管玛丽往哪去，
它总跟在后头跑。

歌儿唱完后，爱迪生歇手不摇，然后把圆筒转回原位，将刚才对准它唱歌的那根小管子拨开，拉过另一根来对着大圆筒，仔细检查后又轻悠悠地摇动曲柄。奇怪！机器也唱了起来：“玛丽有只小羊羔……”跟刚才爱迪生唱的一模一样。克鲁西和卡门眼睛都瞪得滴溜滚圆，嘴巴张得老大，愣愣地站着，被眼前发生的事情惊呆了。以后，爱迪生和几位助手为了改进这种会讲话的机器扎扎实实地干了起来，实验精度一次次增加，毛病一点点减少，经过不断改进，最终，世界上第一架留声机诞生了。

在任何人的成功道路上无不留下了勤奋、敏察和深思的足迹，这可谓是众多科学家的经验之谈。

任何科学工作都是通过长期的考虑、忍耐和勤奋得来的。

——达尔文

天才就是这样，终身努力，便成天才。

——门捷列夫

天才是用劳动换来的。

——童第周（中国生物学家）

不劳苦，无所得。

——富兰克林

水若停滞即失其纯洁，心不活动精气立消。

——达·芬奇

倘若一个人所已做过的事没有什么成绩，不足以表扬他自己，就请他埋头工作，不要多开他的尊口。我深信实事求是而不讲空话的人，一定没有许多话可说。

——爱迪生

懒惰，像生锈一样，比操作更能消耗身体；经常用的钥匙总是亮闪闪的。

——富兰克林

学习知识要善于思考、思考、再思考，我就是靠这个学习方法成为科学家的。

——爱因斯坦

勤能补拙是良训，一分辛劳一分才。

——华罗庚

我平生从来没有作出过一次偶然的发明。我的一切发明都是经过深思熟虑，严格实验的结果。

——爱迪生

在观察的领域中，机遇只偏爱那种有准备的头脑。

——巴斯德

我的成就，当归功于精力的思索。

——牛顿

思考“可以构成一座桥梁，让我们通向新知识。”

——普朗克

要是没有能独立思考和独立判断的有创造能力的个人，社会的向上发展就不可想象。

——爱因斯坦

思索，继续不断地思索，以待天曙，渐渐地见及光明……如果说我对世界有些微小贡献的话，那不是由于别的，却只是由于我的辛勤耐久的思索所致。

——牛顿

在创作家的事业中，每一步都要深思而后行，而不是盲目地瞎碰。

——米丘林

善于思考的人，一旦从传统偏见的令人眩目的影响中解脱出来，将会在人类的低等祖先中找到人类伟大能力的最好证据；并且从人类过去的漫长进化过程中，将会找到人类对达到更崇高的未来的信心的合理根据。

——赫胥黎

发展独立思考和独立判断的一般能力，应当始终放在首位，而不应当把获得专业知识放在首位。如果一个人掌握了他的学科的基础理论，并且学会了独立地思考和工作，他必定会找到他自己的道路，而且比起那种主要以获得细节知识为其培训内容的人来，他一定会更好地适应进步和变化。

——爱因斯坦

我忍耐地回想或思考任何悬而未决的问题，甚至连费数年亦在所不惜。

——达尔文

任何问题，都有解决的办法，无法可想的事是没有的。要是你果真弄到了无法可想的地步，那也只能怨自己是笨蛋，是懒汉。

——爱迪生

每当我脑子中没有什么特别问题需要思考时，我就喜欢重新验证我早已知道的数学和物理定理。这样做并没有什么目的，只是为了让自己有机会充分享受一下专心思考的愉快。

——爱因斯坦

多诈的人藐视学问，愚鲁的人羡慕学问，聪明的人运用学问。因为学问的本身并不教人如何用它们；这种运用之道乃是学问以外、学问以上的一种智能，是由观察体会才能得到的。

——培根

观察训练……首先必须刻苦勤奋，随着实践的增多，行动逐渐变得不知不觉或无意识，遂养成习惯。

——贝弗里奇

我既没有突出的理解力，也没有过人的机智。只是在觉察那些稍纵即逝的事物并对其进行精细观察的能力上，我可能在众人之上。

——达尔文

二十六、人生最崇高的行为动机

一趣

传说乾隆皇帝游江南，有一天登高观海，看见海上几百条船舶，张帆往来，或往北，或往南，热闹非凡。乾隆问左右：“那几百条船到哪里去？”有一位扈从随口答道：“我看见只有两条船。”“怎么说？”皇帝问。那扈从答道：“老天爷，实在只有两条船，一条叫名，一条叫利。”乾隆点头称善。据我国现代作家、一代幽默大师林语堂的人生哲学认为，人类有些行为动机不一定仅仅是名和利。譬如，大禹治水，手足胼胝，三过家门而不入，不是为了名利；墨子摩顶放踵而利天下，也显然不为名利。他认为至少有四条船，叫做名、利、色、权。世上一切人的行为动机就是为了这四件事。为名利死，为情死，为忠君爱国死，史不乏例。

除了以上行为动机外，林语堂认为还有一种行为动机，叫做趣。它多表现在科学发现和科学证明等科学家的一系列科学探索活动之中，科学家的好奇心就属于趣。趣最能启发心智，对人的身心是有益的，而名、利、色、权都可把人弄得神魂颠倒，心理扭曲。因此，人的情趣是人们一切活动中最崇高的一种。有许多科学家对此有所体会和论述。

我一生的主要乐趣和唯一职务就是科学工作。

——达尔文

科学发现中真正持久的愉快并不来自发现本身，而是由于想到有可能把它用做新进展的阶梯。

——贝弗里奇

感谢科学，它不仅使生活充满快乐与欢欣，并且给生活以支柱和自尊心。

——巴甫洛夫

科学的探讨研究，其本身就含有至美，其本身给人的愉快就是酬报；所以我在我的工作里面得了快乐。

——居里夫人

我始终不愿抛弃我的奋斗的生活，我极端重视奋斗得来的经验，尤其是战胜困难后所得的愉快；一个人要先经过困难，然后踏进顺境，才觉得受用、舒服。

——爱迪生

只有一个博物学者才能理解我最终捕获它（新的一种蝴蝶）时体验到的强烈兴奋感情。我的心狂跳不止，热血冲到头部，有一种要晕厥的感觉，甚至在担心马上要死的时候产生的那种感觉。那天我头痛了一整天，一件大多数人看来不足为怪的事竟使我兴奋到极点。

——华莱士（英国生物学家）

我认为再没有比那些只顾自己鼻子尖底下一点事情的人更可悲的了。

——卢瑟福

对于不知足的人，没有一把椅子是舒服的。

——富兰克林

也许，对于研究人员来说，最基本的两种品格是对科学的热爱和难以满足的好奇心。

——贝弗里奇

什么也不怕，热爱神圣事物而轻视其它快乐，对自己的生命毫不挂虑。

——布鲁诺

我认为，没有比在几乎是未经勘探的原子核世界里漫游更令人神往了。

——卢瑟福

当你工作和研究的时候，必须具有强烈的热情。

——巴甫洛夫

我并没有什么方法，只是对于一件事情很长时间很热心地去考虑罢了。

——牛顿

促使人们去做这种工作的精神状态是同信仰宗教的人或谈恋爱的人的精神状态相类似的；他们每天的努力并非来自深思熟虑的意向或计划，而是直接来自激情。

——爱因斯坦

在事实之观察与搜集方面，我的勤奋差不多已尽了最大的努力，尤其重要的是我对自然科学的爱情极坚贞而又热烈。

——达尔文

要有热情。你们要记住：科学需要一个人贡献出毕生的精力。假定你们每个人有两次生命，这对你们说来还是不够的。科学要求每个人有极紧张的工作和伟大的热情。希望你们热情地工作，热情地探讨。

——巴甫洛夫

除了读书外，我不允许我自己有其它的娱乐，我从不到酒馆、赌场或任何其它娱乐场所去消磨时光。

——富兰克林

热衷于一切我所认为有趣的事物，且以了解任何问题与事件为极大的满足。

——达尔文

我们思想的发展在某种意义上常常来源于好奇心。

——爱因斯坦

我很清楚，我本人没有特殊的天才。好奇心、专心一致和顽强的耐心，结合自我批评的精神，这些给我带来了我的概念。关于特别的思维能力，我是没有的，就是有，也只是中等的程度。有许多人的思维能力，比我强许多，但未做出任何惊人的事业。

——爱因斯坦

二十七、人生不可分离的生命伴侣

——书

在中国古代有句名言：“万般皆下品，惟有读书高。”意思是说，读书是一种清高的趣味性心灵活动，或是一种雅事乐事。的确，读书应是一种自然的、自由的，非勉强或强制的事情。因为学问、思想、主见是慢慢滋长出来的，如草木的生长、河水的流淌，各有其自然之势。逆势是不可行的。河流只要顺势流下总有流入大海之一日。读书涉及两方面：一是作者，一是读者。读书必以两者的气质相近为宜。读者在读书时必须找一个情调相近或气质一致的作家作为老师，如亚里士多德师柏拉图，尼采师叔本华，萧伯纳师易卜生等。一旦找到思想上的老师，心胸中便感到万分痛快，魂灵上发生猛烈

撞击，如春雷一鸣，得一新生。若读书装腔作势，或嫌板凳太硬，光线太弱，都是读书未入门、未体察到书中情味的表现。有的人总有理由：“春天不是读书天，夏日炎炎最好眠，等到秋来冬又至，不如等待到来年。”其实读书没有时间分界，时时可读，四季皆宜。

人不读书便会鄙见、顽气、俗气生满全身，变得迂腐、懒惰、固执、自以为是等。古人说，人不读书便语言无味、面目可憎。人在世上，幼时认为什么都不懂，大学时自以为什么都懂，毕业后才知道什么都不懂，觉得许多东西“书上没有念过”。所以，读书意义深远，它可使人较虚心，较通达，不固执，脱俗气。

俄国伟大文学家高尔基对读书有自己的体会和宝贵的经验。他说：

“热爱书吧！这是知识的泉源！只有知识才是有用的，只有它才能够使我们在精神上成为坚强、忠诚有理智的人，成为能够真正热爱人类，尊重人类劳动，衷心地欣赏人类那不间断的伟大劳动所产生的美好果实的人。”

“要热爱书，它会使你的生活轻松；它会友爱地来帮助你了解纷繁复杂的思想、情感和事件；它会教导你尊重别人和你自己；它以热爱世界、热爱人类的情感来鼓舞智慧和心灵。”

“每一本书是一级小阶梯，我每爬上一级，就更脱离畜牲而上升到人类，更接近美好生活的观念，更热爱这本书。”

“书籍使我变成了一个幸福的人，使我的生活变成轻快而舒适的诗，好像新生活的钟声在我的生活中鸣响了。”

“书籍鼓舞了我的智慧和心灵，它帮助我从腐臭的泥潭中脱身出来。如果没有它们，我们会溺死在那里面，会被愚笨和鄙陋的东西呛住。”

在读书方面，科学家所做的是最出色的。他们大都以读书为快乐，从中寻求趣味，致使他们的思想总居于人类精神世界的最高峰。据说，英国物理学家卢瑟福的求知欲异常旺盛，他能在无比嘈杂的环境中专心致志地读书。甚至在他看书时，即使有人拿书本敲他的脑袋，他也感觉不到。现在让我们来看看科学家在读书方面的体验和收益。

读书是我唯一的娱乐。

——富兰克林

人做了书的奴隶，便把活人带死了……把书作为人的工具，则书本上的知识便活了，有了生命力了。

——华罗庚

一本书像一艘船，带领我们从狭隘的地方，驶向无限广阔的生活海洋。

——凯勒（美国物理学家）

读书使人充实，讨论使人敏捷，笔记使人准确……读史使人明智，读诗使人灵秀，数学使人精细，科学使人深刻，伦理学使人庄重，逻辑修辞之学使人善辩：凡有所学，皆成性格。

——培根

只有当我连续几个通宵读书后，才觉得自己做了一点事情而没有把时光虚度。

——凯库勒

我的努力求学并没有得到别的好处，只不过是愈来愈发觉自己的无知。

——笛卡尔

图书馆使我得以有恒地研习而增进我的知识，每天我停留在里面一两个

钟头，用这个办法相当地补足了我失掉的高深教育。

——富兰克林

在所有阅读的书本中找出可以把自己引到深处的东西，把其它一切统统抛掉，就是抛掉使头脑负担过重和会把自己诱离要点的一切。

——爱因斯坦

书有可浅尝者，有可吞食者，少数则须咀嚼消化。换言之，有只须读其部分者，有只须大体涉猎者，少数则须全读，读时须全神贯注，孜孜不倦。

——培根

愚昧将使你达不到任何成果，并在失望和忧郁之中自暴自弃。

——达·芬奇

空袋难以直立。

——富兰克林

把学问过于用作装饰是虚假；完全依学问上的规则而断事是书生的怪癖。

——培根

科学研究工作者是活到老学到老的。由于必须使自己跟上知识的发展，研究人员的准备工作是永无止境的。这主要通过阅读当前的科学期刊。如同看报一样，这种学习成为习惯，构成科学家正常生活的一部分。

——贝弗里奇

二十八、人的天职

——求真

“人的天职在于勇于探求真理”，这是近代波兰天文学家尼古拉·哥白尼在创立太阳中心说的过程中所发出的气势磅礴、慷慨激昂的人生宣言。

在科学史上有许多科学家为了寻求真知、坚持真理，用尽了自己一生的时间和精力，甚至献出生命。譬如，布鲁诺、伽利略、塞尔维（西班牙生物学家）、居里夫人……还有一位也很值得后人怀念和学习，他就是20世纪的德国科学家魏格纳。

魏格纳在1912年发表的《大陆的生成》一文及1915年出版的《海陆的起源》一书中提出了大陆漂移说。该学说认为在古生代石炭纪以前（大约在三亿年以前），各大陆连成一整块——原始大陆，后来在中生代末期，逐渐漂流到现在的位置上。该学说受到压制而几度沉沦，但魏格纳确信它的正确性，他为此而坚决斗争。

1930年4月，魏格纳和他的探险队抵达格陵兰，这是他第四次到这个冰雪沉积的极地世界探险了。这次他想再度精测格陵兰的经度，以便从大地测量方面论证大陆漂移说。当时，在格陵兰中部爱斯密特的临时基地里有两名探险队员准备在那里度过整个冬夜以进行观测。但冰雪和风暴使给养运输被耽搁。魏格纳决定把装备给养从海岸基地运送到爱斯密特去，这样他们一行15人进行了艰苦跋涉。后来天气骤变，气温降到零下的65℃。多数人失去勇气。跟随他的只剩下两个人，其中一个双脚严重冻伤，但他们还是坚持到达爱斯密特。为了节省给养，魏格纳决定返回海岸基地。11月1日，队友们为他庆祝了50岁生日。第二天，他同坚定跟随学者的年轻的忠顺向导拉斯姆一起动身向海岸基地进发。这天气温是零下39℃，人们没有想到这竟是魏格纳

的最后一次跋涉了。海岸基地的伙伴盼望着魏格纳和拉斯姆回来，却迟迟不见踪影。通过无线电联络得不到回音，多次出动，四处寻找也毫无结果。接着便是一场暴风雪，一切搜寻工作不得不停下来。这场无情的大风雪直到次年4月才稍稍停止。搜索队伍立即开始寻找，在285公里处他们找到了喂狗的干粮箱子，在255公里处找到魏格纳的雪橇。这显然是由于酷冷使狗不断倒毙，雪橇用不上了。再往前找到的东西就越来越多，每件东西都表明他们在前进，而每前进一步都要付出巨大的代价。在189公里处，找到魏格纳的滑雪板，在离滑雪板约三公尺处找到了掩埋在雪堆里的滑雪杖。这意味着什么？人们在这一带的冰雪里挖掘起来，先是挖到一些鹿毛，然后掘到了鹿毛皮，往下是魏格纳穿的鹿毛皮袄，再往下是他的一个睡袋，魏格纳的遗体便静卧在中间。他是那样安详，仿佛刚刚睡去，脸上显得比活着时还年轻还轻松一些。他是在连续的奔驰中因过度疲惫造成心力衰竭而死的。

魏格纳牺牲了，他是被暴风雪夺走了生命的。他在极地世界的冰雪中停止了思维，被掩埋了足足6个月。而后，他的思想、他的大陆漂移说仍被人为地压制长达30年之久，直到本世纪60年代才复兴。

魏格纳虽然牺牲了，但他给我们留下了他的大陆漂移说，留下了为追求真理而献身的崇高精神和品格。他曾在给他的好友乔治的信中说：“无论发生什么事，必须首先考虑不要让事业受到损失，这是我们神圣的职责，是它把我们结合在一起，在任何情况下都必须坚持下去，哪怕是要付出最大的牺牲。”

现在再让我们步入格言警句的话廊，看看其他科学家是怎样为真理而斗争的。

真理就是具备这样的力量，你越是想要攻击它，你的攻击就愈加充实了和证明了它。

——伽利略

真理是时间的女儿。

——达·芬奇

谁要是把自己标榜为真理和知识领域里的裁判官，他就会被神的笑声所覆灭。

——爱因斯坦

总有一天，真理会取胜。即使真理在他一生中未能得到胜利，为了坚持真理也会使他变得更好，更加聪明。

——赫胥黎

正像新生的婴儿一样，科学的真理必将在斗争中不断发展，广泛传播，无往而不胜。

——富兰克林

对真理的追求比对真理的占有更为可贵。

——爱因斯坦

我要做的只是以我微薄的绵力来为真理和正义服务，即使不为人喜欢也在所不惜。

——爱因斯坦

假如为了真理和无可怀疑的证据而改变自己过去的看法，他们就应该这么做而不必害怕这种改变；如果发现谬误，即使是古人所承认的，也应该毫不吝惜地加以放弃。因为人类太容易被谬误所缠绕，而许多事实往往是偶然

地发现的，许多事理多是老年人从青年人处学来，智者往往从“愚者”处学来的。

地质学研究……每向正确理论前进一步，都要和强有力的先人偏见作斗争。

——赖尔（英国地质学家）

没有任何人为的法律能埋葬真理。

——伽利略

一个新的科学真理的确立，并不是通过说服反对者声明自己搞通了，倒是因为它的反对者逐渐死光了，而新的一代从一开始就熟悉了真理。

——普朗克

新发现必定会受到人们出于怀疑，并常常是反对态度的严厉批评。这可能是最难过的一关。也正是由于此，科学家有时必须进行战斗，在过去，有的甚至要付出生命。

——贝弗里奇

真理是不可能被压倒的。

——伽利略

应该冒险！这是思想的权利——要假设，要冒险。

——巴甫洛夫

二十九、人生不可缺少的一盏明灯

——友情

玛丽·居里从小就注重感情，理解他人，懂得人间的关心和温暖。那时的波兰处于俄国沙皇的统治之下，女子被剥夺了上大学的权利。玛丽这个渴望了解世界、具有强烈求知欲的女性并不甘心，她想报考法国的大学。但当时父亲正失业在家，生活很不宽裕，从哪里弄到这些钱？这时她想到了因不能上大学而在家操持家务的二姐布罗妮雅。一天，玛丽突然跑到姐姐面前说：“有了，有办法了！”布罗妮雅一时莫名其妙。玛丽接着把自己的设想说了一下。原来她打算姐妹联合起来，先做家庭教师，挣钱支援姐姐去法国上学，等姐姐毕业工作，再接妹妹去法求学。

“为什么要我先走呢？”姐姐感到不安，因妹妹比自己聪明，更有前途。

“因为你 20 岁，我才 17 岁！”

姐姐把妹妹抱在怀里，感动得潸然泪下……就这样，经姐妹俩的共同努力，姐姐乘上了开往巴黎的火车，玛丽则坐着马车继续去乡村做家庭教师……

1913 年，曾两次获得诺贝尔奖金的玛丽·居里回国祝贺华沙放射学院成立。第二天，波兰妇女界为居里夫人举行宴会。会间，居里夫人注意到，在第一排中间位子上坐着一位满头银发的女士，这位女士微笑地注视着自己。这人是谁呢？她多么像我 10 岁时读书的那个学校的校长西科尔斯卡啊！是她，就是她！居里夫人赶忙起身穿过摆满鲜花的桌子，像当年做学生时领取奖品一样亲切地吻了这位老态龙钟的校长。“哗……”会场上爆发出一阵热烈的掌声，西科尔斯卡激动得老泪纵横……

的确，居里夫人是一位伟大的科学家，同时又是一位感情丰富、懂得人间友谊和真情的伟大女性！

通常人们认为科学家是科学创造的成功者，是科学理性的伴侣，在感情

上是冰冷的。这种看法是不切实际的，像居里夫人一样的科学家在科学史上是很多的，他们在友情上是成功者，而不是失败者。请听他们在这方面的坦诚体会：

世间最美好的东西，莫过于有几个头脑和心地都很正直的朋友。

——爱因斯坦

缺乏真正的朋友乃最纯粹最可怜的孤独；没有友谊则斯世不过是一片荒野。

——培根

除了一个真心的朋友之外没有一样药剂是可以通心的。

——培根

谈到名声、荣誉、快乐、财富这些东西，如果同友情相比，它们都是尘土。

——达尔文

一个人不应该与被财富毁了的人交接来往。

——居里夫人

一个人从另一个人的诤言中所得来的光明比从他自己的理解力、判断力中所得出的光明更是干净纯粹。

——培根

诚恳。不欺骗人；思想要纯洁公正；说话也要如此。

——富兰克林

公正。不做不利于人的事，不要忘记履行对人有益而又是你应尽的义务。

——富兰克林

最能保证人心神健康的预防药就是朋友的忠言规谏。

——培根

三十、生命的根与枝

——健体与惜时

如果将一个人的生命比作一棵树，那么树根就是健全的体魄，这是生命的基础；树枝则是珍惜时间。对一个人来说，节省时间就是延长生命；而对一棵树来说，树的生长要靠树枝向周围的空间延伸。

的确，对每个人，有一个健全的体魄是他成功地走出一条人生之路的基础，是事业通达和精神快乐的根本保证。在这方面许多科学家都有他们的经验之谈：

生命在于运动。

——伏尔泰

运动是一切生命的源泉。

——达·芬奇

科学的基础是健康的身体。

——居里夫人

饮食节制常常使人头脑清醒思想敏捷。

——富兰克林

酩酊是暂时性的自杀。

——罗素

对于时间的可贵，大发明家爱迪生有深刻的体会。他在 79 岁生日的时候，曾颇为风趣地说：“我已经是 135 岁的人了。”因为爱迪生几十年来，几乎每天工作十几小时。若用平常人的活动时间来计算，那么他的 79 年就相当于 135 年的时间了。这个数字揭示了珍惜时间就是等于生命的延长的真理。

许多科学家对惜时的重要性给予说明和阐发，下面是有关论述的部分摘录：

真正的敏捷是一件很有价值的事。因为时间是衡量事业的标准，一如金钱是衡量货物的标准。

——培根

合理安排时间，就等于节约时间。

——培根

完成工作的方法是爱惜每一分钟。

——达尔文

我的生活过得像钟表的机器那样有规则，当我的生命告终时，我就会停在一处不动了。

——达尔文

你热爱生命吗？那么别浪费时间，因为时间是组成生命的材料。

——富兰克林

勤勉，不浪费时间；每时每刻做些有用的事，戒掉一切不必要的行动。

——富兰克林

我只惋惜一件事：日子太短，过得太快。一个人从来看不出做成了什么，只能看出还应该做什么……

——居里夫人

选择时间就等于节省时间；而不合时的举动则等于乱打空气。

——培根

时间就是金钱。

——富兰克林

人生太短暂了，事情是这样的多，能不兼程而进吗？

——爱迪生

我从来不认为半小时是微不足道的很小的一段时间。

——达尔文

我不能忍受游手好闲，因此，我认为只要我能够做，我就会继续地做下去……

——达尔文

时间是由分秒积成的，善于利用零星时间的人，才会做出更大的成绩来。

——华罗庚

时间不可空过，惟用之于有益的工作；一切无益的行动，应该完全制止。

——富兰克林

最浪费不起的是时间。

——丁肇中

