



百家讲坛

LECTURE ROOM

系列丛书

中央电视台 **CCTV10**

文明的发动机 科学

中央电视台《百家讲坛》栏目组 编



中国人民大学出版社

G3-53

1

2006

文明发动机 科学

中央电视台《百家讲坛》栏目组 编



中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

文明的发动机——科学/中央电视台《百家讲坛》栏目组编

北京：中国人民大学出版社，2006

(《百家讲坛》系列丛书)

ISBN 7-300-07681-5

I. 文…

II. 中…

III. 科学知识-普及读物

IV. Z228

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 120440 号

《百家讲坛》系列丛书

文明的发动机——科学

中央电视台《百家讲坛》栏目组 编

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)	010-62511398 (质管部)	
	010-82501766 (邮购部)	010-62514148 (门市部)	
	010-62515195 (发行公司)	010-62515275 (盗版举报)	
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	河北三河市新世纪印务有限公司		
规 格	170 mm×228 mm 16 开本	版 次	2006 年 10 月第 1 版
印 张	18.5 插页 2	印 次	2006 年 10 月第 1 次印刷
字 数	217 000	定 价	26.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

总 序

2001年7月9日，午间时分，当普通大学的学生们收拾好书包走出课堂的时候，一所特殊的、开放的“大学”悄然开学了。

说其特殊是指——

“海内外名家名师主讲，涵盖科学人文社会内容”是它的办学方针；

“聚集知识精英，共享教育资源，传播现代文化，弘扬科学与人文精神”是它的办学理念；

“学理性与实用性并存，权威性与前卫性并重，追求学术创新，鼓励思想个性，强调雅俗共赏，重视传播互动”是它的追求；

“建构时代常识，享受智慧人生”是它的办学目标。

论其开放是说——

免试免考；

不限年龄、身份；

“热爱知识”是入学的唯一要求。

这是哪所“大学”？

《百家讲坛》。

《百家讲坛》在哪儿？

中国中央电视台第十频道。

高度发达的电视技术给了人类一条捷径，让我们能与知识产生如此密切的接触！

杨振宁、李政道、丁肇中、周汝昌、叶嘉莹、白春礼、厉

以宁、冯骥才、龙应台……一个个响亮的名字在光与影搭建的讲台上传递着人类的精神。这精神是文明繁衍的动力，是人类生存的根基。

让知识可感，让思想可触，让全球的好学之士在光与影的圣殿上与我们感同身受——拥有知识确实是一种幸福。

在一千多个日出日落之后，《百家讲坛》最大的收获是七百多盘沉甸甸的磁带。七百个四十五分钟对于电视节目来说应该算一段不短的时长，特别是当这段时长记录了人类思想精髓的时候。

怎样将人类的这些思想精髓发扬光大呢？

我们想到了出版，这是一种既可供收藏又便于研读的方式。

承蒙中国人民大学出版社的鼎力支持，我们精选了五百堂课的内容制成了光盘，分系列结集出版；同时出版近三十本相关的图书，以满足热爱知识的人们不同的求知需求。中国人民大学出版社将此“大动作”称为2004年的“壮举”，对于他们的辛苦付出理应深表谢意。

观众和读者朋友，让我们在知识的传承中握手吧！

丛书编委会



目 录

文明的 发动 机 科学

- 科学文化漫谈 王直华 / 1
- 钱学森的大成智慧 戴汝为 / 13
- 新知识的发现 杨振宁 / 26
- 与杨振宁对话 杨振宁 / 39
- 生产力发展的规律 何祚庥 / 52
- 近代科学的社会根源 方在庆 / 66
- 科学史的历史 袁江洋 / 78
- 科学与社会 曾 志 / 94
- 李约瑟与中国科学 胡维佳 / 107
- 中国传统科学文化的现代价值 王渝生 / 120
- 交叉科学 李喜先 / 133
- 超越简单与还原：复杂性范式的兴起 吴 彤 / 149
- 现代医学的回顾和展望 韩启德 / 164
- 创新与人文社会科学发展 纪宝成 / 181
- 回望发明之路 张开逊 / 195
- 新世纪的科技 杨振宁 / 208
- 百年科技创新的回顾与展望 路甬祥 / 219
- 当代科学技术对世界经济和社会的影响 袁正光 / 235
- 漫谈百年科技 王渝生 / 249
- 艺术与科学的对话 吴冠中 李政道 / 261
- 面向未来的科技美学 唐 骅 / 276

科学文化漫谈



主讲人 王直华

1965年毕业于清华大学电子专业，毕业后从事科学研究工作多年，后调至《科学时报》从事科技新闻报道工作。曾任《科学时报》副总编。现任中国科普作协副理事长。出版《小行星撞地球》等多部科普著作，发表《论新闻科普》、《论素质教育》等多篇论文。

我演讲的题目是《科学文化漫谈》，先从语言文字说起。我们经常见到这样的表述：香蕉可以防止便秘，石榴可以防止衰老。我想这个事情恐怕是有条件的，你把香蕉在桌子上放两个月，它也不会防止便秘。你把石榴放在那儿不吃，也不会防止任何人衰老。所以，这种语言表述本身就不够准确，它需要有条件来进行限定。语言文字与我们的生活密切相关，又是非常重要的文化载体。

我的一个朋友翻译了一本书，他的文化功底非常深厚，整个书翻译得非常漂亮。但是我给他提了一个意见，他讲一个诺贝尔奖获得者是佼佼者中的佼佼者，我对他说：“这个‘佼佼者’不能这样用”。在日常生活中，大家都认为佼佼者是水平非常高、非常优秀的人。实际上，在古汉语中“佼佼者”并不是这样的人，中国古人说“庸中佼佼”是指平庸之上的人为佼佼者。所以，佼佼者中的佼佼者，是说他在中等以上的这种人中还不是水平很高的人，还是中等的人。这样的表述可不是在表扬一个人，而是在批评一个人。所以，对于语言文字的了解需要我们下工夫来做。即使是水平相当好的人，也需要进一步提高自己的语言艺术。我想起北大的一位系主任在每年开学的时候给同学们讲：“你们来学文学这个专业，首先要敬畏文学，对文学要有一种敬畏之感。”语言文字一定要用得非常规范，一定要以敬畏之心来珍惜祖国的语言文字，正像严复所说的“一名之立”，确立一个名词要辗转反侧、要犹豫不决，需要十天半个月才行。用这种精神来做我们的事业，同时，人人要渴求知识，人人要积淀文化。

我向大家推荐美国著名天文学家、科普作家卡尔·萨根的一句话，他说：“我们探索宇宙，一要勇于怀疑，



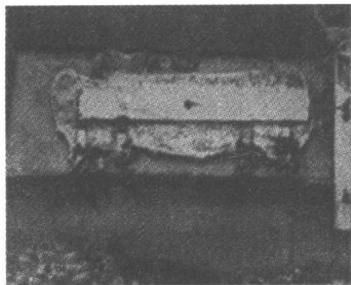
卡尔·萨根

二要富于幻想”。咱们就从这儿开始讲：我们需要转变观念，需要科学大师的视角。

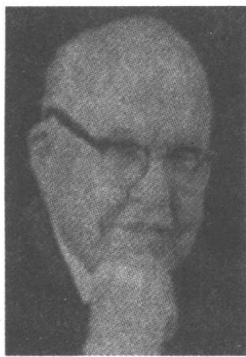
大家常说，最初的科学发现、技术发明很可能是丑小鸭。现在大家经常要用到芯片和计算机，现在的计算机芯片非常小巧，样子也做得非常精美，是非常成熟的工业产品。但是，世界上第一块集成电路芯片的样子并不太美观，上面只有一个晶体管，里边有 4 个电阻和 3 个电容，一共就这么 8 件东西，它们当中的连线当然也都集中在这个电路中。这个集成电路最早是由美国工程师基尔比于 1958 年做出来的。

既然要讲科学家的视角，我们就要看一看他对做集成电路是如何看待的。当时科学家把电子元件尽量做小以此来减小损耗的功率。但是，当 1958 年基尔比刚进入美国得克萨斯仪器公司时，对减小元件尺寸的做法并不满意，他要闯一条新的道路，用一种新的视角来看这个问题。他想，我能不能把这些元件用一个新的工艺做一个芯片上呢，这样就可以大大地降低它的尺寸和重量。这时，正好老板要带着员工们去外地度假，他没有去，而是留在实验室里设计第一个集成电路的图纸，等那些人休息回来后，他的方案也出来了，又经过两个月的努力，世界上第一个集成电路就做出来了。

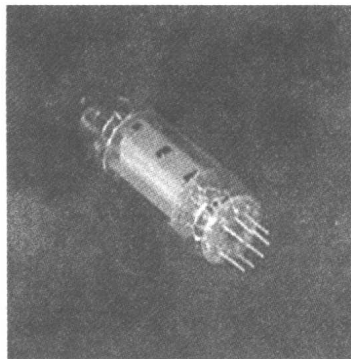
在集成电路之前，人们使用的都是电子管，电子管就是像拇指这么大的玻璃管。现在最新的集成电路，如大家常用的计算机中的奔腾 4 中有多少个晶体管？在一个集成电路中现在有 5 000 万个晶体管。有人计算过，如果现在的手机用电子管来做，那手机的大小相当于一座



第一块集成电路芯片

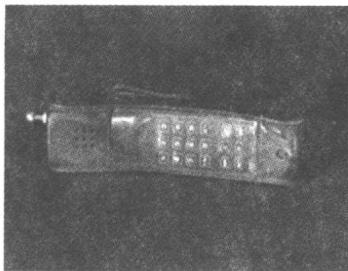


基尔比



电子管

160 米高的巨大纪念塔。最近几年，大家都经历了电子器件的变化，比如移动电话的改变。我带来一个 20 世纪 80 年代末的手机，现在谁再打这种手机，大家一定觉得他是老古董。另外，现在一个芯片上有 5 000 万个晶体管，而在 20 世纪五六十年代，全世界一年的电子管总产量是 10 亿个，现在 20 个芯片中含有的晶体管就相当于四五十年前全世界所有厂家的电子管产量。所以，基尔比的这个集成概念给人类生活带来了巨大的变化。一个观念上的变革——由单个到集成的观念突破，给科学、技术、人类生活、经济和社会带来了翻天覆地的变化。

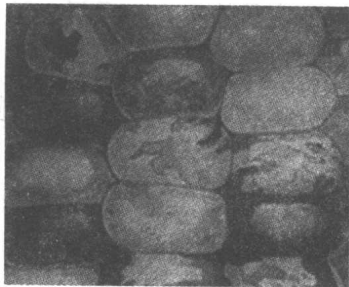


80 年代末的手机

美国著名的女生物学家麦克林托克，在 20 世纪 50 年代初提出，基因在染色体中不是完全固定不动的。在一般人的观念中，基因就像一串珠子，串到里边的珠子就不可能跳来跳去的。但是，她在研究玉米籽粒时，发现老玉米的颜色发生了变化，这是因为它的基因发生了突变。于是，在美国冷泉港的一次学术交流会上，她提出可以移动的遗传因子的观点。当时有的遗传学家对她嗤之以鼻，说她简直是个疯子。过了几年，还是在冷泉港召开学术交流会，麦克林托克把近几年的研究成果继续向大家报告。正是这个超前于人们思想 30 年的理论，在 1983 年获得了诺贝尔生物学奖。所以，一个全新的、超前的新理论，往往与常人的看法完全相反。大家说基因是不能动的，她却认为基因是可移动的，这是一个 180 度的转弯。



麦克林托克



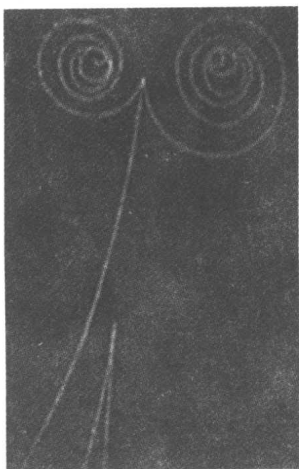
遗传因子移动

另一位物理学家狄拉克，他在 20 世纪 30 年代前后提出来反物质的概念。大家看这幅非常美丽的

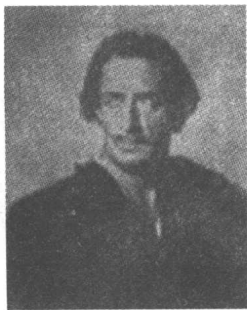
科学图像，从下边打进来的是伽马射线，产生了做螺旋运动的带负电的电子。另外一个方向上又产生了做螺旋运动的带正电的电子。这样，正反电子（或叫正负电子）在磁场中画出了完全相反的两个轨迹，从中我们可以欣赏到科学之美，可以看到科学的线条美。实际上，科学既有线条美，又有色彩美，还有动态美，科学的美感完全是可以被我们欣赏的。

狄拉克在1933年获得诺贝尔物理学奖时，讲过一番话，他的这番讲话我们在今天听来可能还像是天方夜谭，足见这个科学家的思想、想象是多么超前，与我们原来的想法是多么相反。他讲，在地球上或者在太阳系里，所有的物质都是由带负电的电子和带正电的质子组成的原子来构成的，这很可能是宇宙里的一个特例。如果我们相信正负电荷具有完全对称性，宇宙里的物质具有完全对称性，那么就该想象还有星球是由带负电的质子和带正电的电子组成的原子来构成的。这与地球上的物质完全相反，就是有的星球是完全由反物质组成的。他说，在宇宙里有很多由反物质组成的星球，由物质组成的星球和由反物质组成的星球在宇宙间可能是各占一半。对于这种推测、科学假设，人们几十年来都在通过实验来进一步地研究。如今，几乎所有的粒子都找到了它的反粒子。未来的国际空间站，阿尔法磁谱仪升空以后，其中一个重要的任务，就是探测太空里的反物质。

丁肇中先生有一句话：非常天才的科学家，他们跟疯子的距离可能是很小的。著名画家达利与马蒂斯、毕加索在西方是齐名的。达利是一个怪诞的艺术家，曾经被人们说成是一个疯子。他曾经做一个雕塑作品，叫做



伽马射线

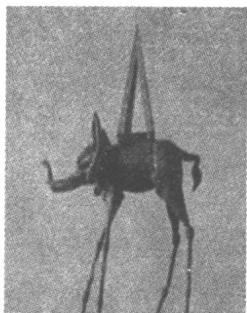


达利

太空象。他为了展示太空象之高大伟岸，使这个太空象比一般象多了一节腿骨。他就是这样来表现自己的想象的，所以有人说他是疯子。达利说：“我跟疯子的唯一区别就是我还没疯。”从以上这些例子就可以看出，科学家和大艺术家的想法与常人相比往往有相反的视角。

亚里士多德曾经说过，诗的艺术与其说是疯子的事，毋宁说是天才的事业，因为前者不正常，后者很灵敏。做科学研究不能够按照常规来做。我记得伦琴曾经说过一句话，他说如果我走失了，你们不要在大道上找我。美国的贝尔实验室在一进门的地方，镌刻着一幅字，上面写着：离开大路走进森林，你会有更多的新的发现。科学家都是以非凡的毅力和非常的勇气，来进行他的科学探索，经常提出与人们的观念相反的观点。海森堡曾经说过，科学家要有航海家哥伦布那样的精神，哥伦布以疯狂的热情，离开人类能居住的地方，而走向大海，去探索一个新的大陆。

实际上，我们在欣赏艺术作品时也会发现，很多艺术作品和我们常人的想法不一样。比如画家画一幅画，书法家写一幅字，它往往趋向于空灵，疏可走马、密不透风，让我们感到它的节奏和韵律美。这幅照片是黄山



太空象



黄山



黄山

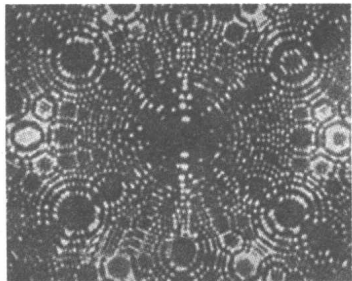
风景照，黄山之美就在于怪石嶙峋，怪峰突兀。黄山的景色已经成为所有山色的顶点，看起来非常之美。写文章也

一样，“文如观山不喜平”。文章如果平淡了，没有冲突，没有上下跌宕起伏也不好看。所以，进行科学研究和欣赏艺术作品的道理一样。但我要强调的一点是，我们在对原来观念进行转变的时候，要注意避免无知的怀疑。

美国著名物理学家拉比在 1944 年获得诺贝尔物理学奖，他提出能够探测原子磁矩的共振方法——磁共振方法，20 世纪 70 年代出现的磁共振、断层扫描仪就是由这个理论发展起来的。别人问他获得诺贝尔奖最主要的经验是什么？拉比回答说：“我最重要的经验就是每天回到家中，妈妈问我给老师提了什么有用的问题没有。”这是他一生治学和研究的经验。

一次，那个提出反物质的狄拉克做了一个报告，下边有个学生向他提了个问题，但他没有理会。与他一起坐在台上的另一位先生提醒他，下边有人提问。狄拉克非常幽默地说：“他提问题了吗？”原来下边那个学生提的问题是：“老师，你这个公式由第三步到第四步是怎么推导出来的？”这样的问题在科学家眼里不是问题。所以，我们在做科学研究时要提出有价值 and 有意义的问题。发现电子的汤姆逊说：“在能够对科学发现做出贡献的所有因素中，观念的转变是最伟大的。”所以，我们在做研究、做艺术创造时，要注意观念的转变。

同时，我们需要丰富的想象，需要科学大师的视野。这幅照片虽然是黑白的，但我相信大家一定觉得它非常美，这是一个晶体衍射的照片。自从伦琴发现 X 射线以后，利用 X 射线进行晶体衍射而研究物质的结构取得了很大的成绩。著名物理学家劳厄曾用 X 射线做过晶体衍射实验，这被爱因斯坦称为是最美的实验。



晶体衍射照片

科学很美，有理论美、实验美，现在又出现科学的第三个支柱——计算科学，所以科学也有计算美、数学美。我们既看到了科学的实验美，也看到了科学本身的形象美。

麦克斯韦是一个实现了物理学第三次大综合的科学家。1864年，他发表的《电磁场理论》把电学和磁学以前所有的规律都用一组方程式表达出来，从而完成了物理学史上第三次大综合。能够完成这个工作，与他自身的全面素养是分不开的。麦克斯韦接受了非常好的家庭教育，在他8岁的时候母亲去世了，父亲就把他送到了学校，从那个时候开始，他就对数学、英语、科学、拉丁文非常感兴趣，甚至在上学的时候，对诗歌也抱有很浓厚的兴趣。所以麦克斯韦是爱好非常广泛的人。



麦克斯韦

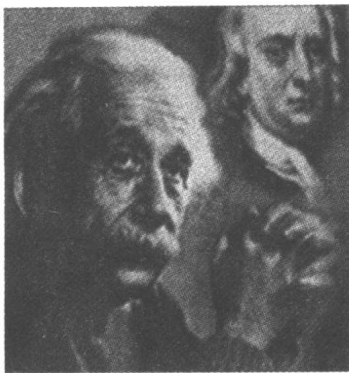
麦克斯韦在14岁时就研究了椭圆画法，当时能够研究椭圆画法的人都是像牛顿和笛卡儿这样的大牌学者，所以，当他把论文交给学校的一个科学哲学老师后，老师感到非常惊讶。这个老师叫做福布斯，他很快就将麦克斯韦的作品提交给了爱丁堡的皇家学会，学会的会报很快就发表了他的论文，当时麦克斯韦只有14岁。可见，他的数学功底，对数学的爱好，与他以后的成功有非常大的关系。当他上了爱丁堡大学以后，不仅研究科学、研究数学，还研究美学、研究哲学，并且对历史也非常感兴趣。他说过，做一个科学家不能只研究自己的具体的专门学问，还要对哲学、对历史、对美学感兴趣，这是他非常鲜明的观点。麦克斯韦之所以能够做出物理学上的综合性工作，与他自己的全面爱好、广泛视野有关。

爱因斯坦做出了物理学史上第四次伟大的综合。他从6岁起就在母亲的引导下学拉小提琴，到13岁时，

他又对几何学和哲学产生兴趣，所以爱因斯坦的爱好也非常广泛。他在 1905 年提出狭义相对论，在 1916 年提出广义相对论，完成物理学史上的第四次大综合，这些都不是偶然的。爱因斯坦在总结他的经验时说：“如果没有我少年时代在音乐方面所受到的教育，我以后各方面的成功，都是不可能的。”爱因斯坦非常喜欢巴赫、莫扎特和贝多芬的音乐作品，巴赫的音乐被称为神间的音乐，莫扎特的音乐被称为天使的音乐，贝多芬的音乐被称为人间的音乐。爱因斯坦有一次讲到了科学和艺术之间的区别，他说：“没有爱因斯坦，还会有人来导出某种相对论。但是，如果没有贝多芬，人们就绝对听不到第九交响曲。”所以，他对科学和艺术的关系的认识是非常深刻的。从这幅爱因斯坦的质能关系式的宣传画中，我们真的欣赏到了科学之美。科学具有美感，科学是完全可以欣赏的。

大家看这幅照片上的人物是谁？10 个人中会有 10 个认为是列宁。其实，他是莎士比亚，这是我在莎士比亚的故乡拍的照片。我虽然没有把莎士比亚放在正中间，但是谁也不会认为在这张照片上莎士比亚不是主角，谁也不会认为莎士比亚前面没有广阔的天空。莎士比亚有非常大的空间，也给了我们非常大的享受空间。

在科学和人文相融合，具有广泛视野的科学家、艺术家中，歌德也是一个非常值得称道的人物。到过慕尼黑科技馆的人可能会发现，在门口放着一个塑像，这个塑像人物不是大家心目中德国的著名科学家，而是歌德。发现 X 射线的伦琴、发现电磁波的赫



牛顿与爱因斯坦



质能关系式宣传画



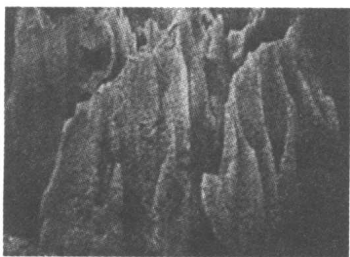
莎士比亚

兹、提出量子论的普朗克和完善量子力学的海森堡都是德国著名的科学家。而歌德在大家心目中是著名的诗人、剧作家，一般人没有把他和科学联系在一起，实际上，歌德在科学方面做了很多的工作。他曾经比达尔文更早地提出生物进化的理论，他还研究过颜色学，在研究人体骨骼的构造时，他发现了一块骨头叫颞间骨，这是科学家以前没有发现过的。所以，歌德真正是一个有过科学发现的艺术家。



歌德

欣赏艺术作品与科学发现一样，需要有比常人更宽广的视野。这幅照片很像是中国的一幅山水画，实际上它是石林的照片。大家一提到石林，就会想到一根一根的石头柱子。但是，从一个很小的局部来拍石林也是非常美的，给我们一种中国国画的感觉。颐和园里石舫的夜景非常美丽，古人曾说，凝视月亮就会产生诗一般的灵感。我们的古人在几千年的文化中留下了很多的咏月诗篇，如屈原的《天问》、张若虚的《春江花月夜》、李白的《把酒问月》和苏轼的《水调歌头》等，都是咏月的好作品。

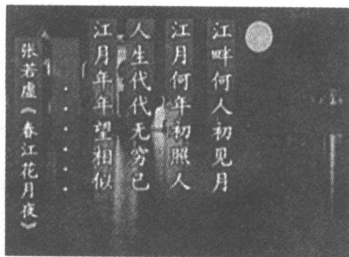


石林

屈原在《天问》中提出这样的问题：“日月安属，列星安陈？”太阳和月亮是怎样挂在天上的呢？天上那么多的星星，它们是怎么排布在天上的呢？这是对大自然奥秘的一种探索。张若虚只留下两首诗，但其中一首就成了千古佳作。有人曾经评论他是“孤篇横绝竟成大家”。有人评论他的《春江花月夜》是诗中之诗、峰上之峰、峰顶上之峰顶。像“江畔何人初见月？江月何年初照人？”这样的诗句真是脍炙人口。



石舫



张若虚《春江花月夜》诗句

看到李白的《把酒问月》：“今人不见古时月，今月曾经照古人”，我们就会有这样的感觉：看到今天的月亮，就想到在这个月亮下曾经照耀过很多很多的古人。有一次我同一个天文学家谈论苏轼的《水调歌头》：“明月几时有，把酒问青天。不知天上宫阙，今夕是何年”，他说苏轼知道天上星体的记时系统跟咱们是不一样的。我们知道月球背对太阳的一面最低温度是 -180°C ，如果把月球当做琼楼玉宇的话，那还真是“高处不胜寒”。这些诗句既是对人生哲理的探索，也是对宇宙奥秘的探索。所以，古代诗人们的想象是非常宏伟、非常浩大的。拥有科学和人文的综合素质，拥有很宽广的视野，可以使我们有更宽广的思路、更敏锐的直觉、更活跃的灵感和更丰富的想象，在发展科学和艺术当中能够发挥更大的作用。

另外，我们还需要科学文化，需要科学大师的理念。当回顾科学和艺术的发展历史时，我们会感觉在近代科学发展到一定程度之后，科学和艺术的分离、科学文化和人文文化的分裂越来越严重了。20世纪40年代，梁思成曾经做过一次报告，题目就叫做《半个人的时代》；1959年，斯诺发表了《两种文化与科学革命》一文；1965年，马尔库塞出了一本名叫《单维人》的书，这些作品都是在探索科学文化和人文文化的分离。

爱因斯坦在他一篇名为《论教育》的文章中提出，学校应该永远以此为目标：从学校出来的人，不只是个专家，应该是个和谐的人。中国著名美学家蔡仪提出，要研究美学必须有三门基本功：一个是美学的历史，一个是美学的哲学，再一个就是要研究一门艺术。朱光潜先生曾经说过：“不通一艺莫谈艺”。如果你对一门艺术没有加以研究，没有深入进去，你就很难去研究美学。