

前 言

面对科学的困惑

科学，就是政府花钱满足科学家的好奇心。

沉思过人类文化史的人，可能会发现人类文化发展的阶段性特征。这些特征常常表现为，在不同的历史阶段，总有一种特别的文化形态占据着特别重要的位置。就西方文明而言，古代希腊是一个智慧的时代，哲学家（有时也包括艺术家或文学家）的智慧是其主流的部分，因此这个时代大致可以看做为哲学的时代；而中世纪则是以宗教为主体的文化时代，可以称之为宗教时代；15世纪以后的西方，开始进入所谓的“文艺复兴”时代，这个时代与古希腊时期非常相似，艺术、哲学与科学同时蓬勃地发展。然而，相比较而言，艺术在这个时代所占据的位置就显得特别地重要，因此，这个时代似乎可以称做艺术的时代。

自文艺复兴以来，科学逐渐地成为时代的主流，无疑，我们正处在科学的时代。在这个时代里，科学活动以及由此而确立的价值观，已经成为我们生活的核心。任何一种事物，例如，政治理念和商业行为，只要贴上“科学”的标签，它就能够获得相当的信任，因此，伪科学也就特别盛行。也因此，人们，尤其是青年学生就特别想知道科学是什么。向人们尤其是青年学生描述科学的基本面貌，是本书不言而喻的目标，然而，要实现这样的目标并不是一件容易的事情。

1 关于科学的某些看法

或许是因为科学的昌明，或许是因为伪科学的盛行，人们特别想知道科学究竟是什么。通常，这种要求总是以不那么科学的方式提出来：人们希望获得关于科学的一劳永逸的定义或标准，以便在他们需要的时候能够轻而易举地鉴别科学与伪科学或非科学。

确实有一些人在试图给出这样的定义，字典编撰者就是这样

的一群人。然而，如果一个人真要依据这样的定义去判明科学与伪科学或非科学的话，那他往往会发现他得到的只是失望我们不妨来分析一下这样的定义。

英国是一个科学在其文化中占主导地位的国度，它的百科全书上称：“科学是按自然界的顺序对事物进行分类和对它们的意义的认识。”在这个定义中，“自然界的顺序”无疑构成了它的关键词，那么，什么是“自然界的顺序”？如果“自然界的顺序”是指我们已经认识到的某种秩序，那么，我们如何能够保证我们已有的认识就是“自然界的顺序”本身呢？如果我们并不知道“自然界的顺序”，那么我们又如何去确保我们即将得到的认识能够符合“自然界的顺序”呢？要知道，自然界自身是不能用科学的语言来表达自身的。神学家的认识、哲学家的思辨以及占星术士和算命先生煞有其事的胡言乱语，是否是“自然界的顺序”？是否是它们的“意义”？

德国是近代辩证法的故乡，它对科学的定义也就更具有整体性的哲学意味，其百科全书写道：“科学是作为一个整体的知识总和……或者在整体上的描述、有计划的发展以及研究。”哲学、艺术、宗教以及特异功能的探究无疑也能够满足这样的定义，它们也有“整体上的描述、有计划的发展以及研究”，它们甚至也是一种“整体的知识”，然而，它们能够被看做科学吗？

法国曾经是百科全书的发祥地，它的百科全书给出了“科学”的另一种说法：“科学，通过揭示现象之中的规律所取得的全部知识，以及作为这些知识基础的认识论。”这个定义明目张胆地将本该属于哲学的认识论也包含了进去。

日本人关于科学的定义，就像他们固执而烦琐的礼节，其百科辞海说：“科学是认识的一种形态……是指人类在漫长的社会生活中所获得和积累起来的、现在还在继续积累的认识成果——知识的总体和持续不断的认识活动本身……所谓科学，是具备客观性和真理性的既具体又普遍的有体系的学术上的认识。即科学是学问达到最高程度的部类。”且不说“客观性”和“真理性”是两

个颇具争议性的词眼，就其将科学作为学问之最高部类而言，就带有浓厚的唯科学主义色彩。

我国的《辞海》曾经将科学定义为：“关于自然、社会和思维的知识体系。它适应人们的生产斗争和阶级斗争的需要而产生和发展，是实践经验的结晶。”这个定义使人想起前苏联百科全书的定义：“科学是对现实世界规律的不断深入认识的过程。”从中可以看到意识形态的影响，而且，它将哲学也当作科学了。

字典的定义不能尽如人意，或者根本就不能让人满意，我们倒不如听听那些关于科学的俏皮话式的说法，它们比这些刻板的定义或许更多一些隽永的哲理与睿智，例如我们在题记中所引的话：“科学，就是政府出钱，满足科学家的好奇心。”

另一类希望为科学找到明确标准的人，是一群叫做科学哲学家的人。自 20 世纪开始以来，这群人一直在不懈地努力着。起初，他们以为科学的本质特征就是可证实性，也就是说，一个科学的断言，应该可以被可观察的事实证实，他们将这样的断言或语句称为有意义的句子；“意义”一词曾经是这些人经常挂在嘴边、诉诸笔端的核心名词。到后来，这个观念受到了挑战，有人提出了一个看似古怪的观点：科学断言之所以科学，乃在于它可以被证明是错的，即可以被证伪；通俗地讲，就是，一个科学论断总可以在日后被事实证明为错。这种哲学被称为证伪主义。坚持证伪主义的人似乎不太多，但它的影响却不小，可能是因为其观点有出其不意的美学效应。再后来，哲学家们倾向于从科学的社会学方面来考察科学的特征了。

一开始，科学哲学家的基本观点还比较统一，虽然他们从未停止过争论。但是到最后，他们的争论就越来越多，分歧也越来越大了，连以前大家认为最基本的东西也有了疑义。似乎可以说，哲学家们越来越不知道科学是什么了。科学哲学家们关于科学的某些观点，我们将在本书中以我们所理解的方式来讨论它们。

直觉地看，科学有一个显著的特征，就是探索未知事物。科学的这种特征是否预示着，在关于科学标准的探寻中存在着不可

克服的悖谬？如果我们探索的对象都是未知的，我们还能够制定一个已知的、一劳永逸的标准吗？从这一点看，我们就不难理解哲学家们为什么如此争论不休了，因为问题本身就没有答案，至少可以说，没有惟一的答案。

2 面对科学的种种感性困惑

从上述的种种考察中，我们似乎已经感觉到，不可能提供关于科学的一劳永逸的定义或标准；或者可以更进一步地说，科学根本就是不可定义的。于是，这就注定了人们在面对科学时会产生这样或那样的困惑。

正因为科学的不可定义性，我们的著作就无法像通常的教材或专著那样，写出一个像样的“绪论”，而只能写出一个“前言”了——“言”就比“论”要显得随便得多，感性得多。在这个前言中，我们将通过对我们日常生活中与科学相关的一些令人困惑的实例(case)分析来展开我们的议论。

故事一：“根”与万有引力

不论你是一个多么听话的孩子，也不论你是一名多么优秀的学生，在幼年时期一定受到过老师或家长的批评，甚至呵责，其原因可能是因为懒惰，也可能是因为粗心。在这些批评或呵责中，记忆最深的恐怕是，当我们在自以为正确并富于创造性地回答了老师的问题而暗自陶醉的时候，却受到了当头棒喝。作者有一个亲身经历的故事。

记得在我们学习万有引力定律之前，老师照常向我们提出一些问题，以展示启发式教学。老师提出的问题之一是：“苹果为什

么会落向地面？”据说，这是导致牛顿当年发现万有引力定律的原发性问题，它在儿童科普著作中被反复地提出来。在回答之前，我当然知道这个问题的标准答案；可是，我想另辟蹊径，给出一个同学们预料不到的答案。于是我自告奋勇地答道：

“因为苹果树的根长在地里。地球上每一样东西都有它的根，它总是要向根部运动的；只有这样，它才有安全感。”

我为自己突如其来的灵感和别出心裁的回答激动不已，甚至脸也涨得通红。然而物理学老师的神情却严肃起来了：“科学不是想当然的，来不得半点虚假——每一种物体都有一种引力，叫做万有引力。是万有引力使苹果下落的！”

物理学老师捍卫科学的严肃表情一直深刻于我的脑海之中，让我一开始就对科学产生了一种敬畏感。其实，我一直对物理学保持一种特别的兴趣，并且，每次上物理课的时候，我总有几分钟想入非非的时间。有时，我试图在库仑定律与牛顿第二定律之间寻找某种更深刻的统一，我甚至做出了某种基本的假定并着手数学推算；有时，我试图改变书本上的假定，做出另外的计算，并设想这种计算的物理学意义——那是一种类似于科学幻想般的想象；我甚至想到用加速器使氢核发生碰撞以产生受控核聚变……然而，由于物理学老师严肃的神情，我从未将这些设想当作是与科学有关的设想，而将它当作类似于历史课上在课桌下偷偷地看《东周列国故事》的行为。

相对于物理学来说，我的语文成绩是太好了，尤其是作文。尽管我对自然科学非常着迷，但我深深地担忧我那不切实际的想象和多愁善感的情绪会损害了科学的严肃性。我甚至认为，要学习自然科学，语文成绩就不能太好——事实上，我的那些数理化成绩很好而又打算学习理科的同学就是如此。

当然，现在的学生可能没有这种担忧了，我们的教育思想和教育实践都在强调创造性，老师可能不会再生硬地反对，甚至还会大力地提倡和怂恿学生们稀奇古怪的提问和想象。

多年以后，我对科学的那种担忧冰释了。那是高三第一个学

期文理分科的前一天，我在一份中学生杂志上读到了爱因斯坦的科学故事，他的名言“想象比知识更重要”，让我激动不已——甚至有点过头，我简直就将自己当成了爱因斯坦，当然是偷偷地。这时我才知道，想象是从事科学研究的必备素质之一。我毅然决然地选择了理科，尽管我的理科成绩远没有文科成绩好。又过了多年以后，当我最终对哲学感兴趣的时候，我才知道我的那种“根理论”与古代自然哲学的朴实想法如出一辙。

现在想来，如果当时我的物理学老师能够指出我的想法古已有之，并指出想象力对于科学有多么重要的话，我想，那将会是一种鼓励，我也就不会对科学那么害怕了。

诚然，我的“根理论”不是科学的理论，而且，在我的所有想法中，大部分都是“想当然”的，不能发展为科学理论（也有一部分是科学家已经解决了的问题）。可是，难道科学从一开始起，就是按照严格的程序得出严格的结论吗？难道科学就不能从想当然中、从错误中、甚至从假象中产生出来吗？

故事二：和平号漏气与修车匠

有一段时间，俄罗斯的和平方空间站曾经是新闻界的热点，因为它年久失修，竟然产生了小裂隙，使得其中的氧气漏了出去。这当然是一个不小的问题，但解决这个问题的关键并不在于到茫茫太空中去修补它，而是如何去找到这个小裂隙——在太空站的外表面寻找那样一个裂隙，犹如在一个房间中寻找一根小针。后来，科学家们终于想到了一个巧妙的办法，顺利地解决了这个问题。

作为一个成绩优秀并自视颇高的工科大学生，小刘自然也很关注这个问题。当他从报纸上得知解决的办法时，他大为感叹：“这么简单的办法，我怎么没有想到？”因在智力竞赛中失败而感到沮丧的人，尤其是青年学生，常常希望从别人类似的失败中找到安慰。回到宿舍之后，小刘就将这个问题提出来考验他的室友们，并暗自希望他们像自己一样，想不出答案来。正当大家争论不休的时候，正在埋头读金庸小说的小李冷不丁冒出了一句话：

“这个问题还不好解决吗？不就是一个沙眼吗？去找宿舍门口修理单车的于师傅吧！”

小李的回答引得大家哄堂大笑，但笑声并没有持续多久就静默下来了。大家觉得他讲得有些道理，但又觉得有些不妥：这样的高科技怎能与修车匠的活儿相提并论呢？

然而，我们要反问的是，难道它们就不能相提并论吗？

其实，和平号的修复与修车匠的活儿还真有异曲同工之妙。修车匠在判别轮胎的沙眼时，通常先将轮胎充满空气，然后将其置于水桶中，由气泡的冒出来辨明沙眼。修复和平号的科学家首先将荧光气体充入空间站中，待空间站转到地球的阴影中时，从外部观察冒出荧光的地方，就可以确定裂隙所在了。

科学，由于其整体功能的强大，它已经在大多数人的心目中被神圣化，被看做是常人难以企及的。如果听到有人非常正式地说，“灭鼠专家不过是获得了博士学位的农民”，我们一定会感到难以接受并可能表示愤慨，觉得这简直是对科学的亵渎。然而，科学家从日常事物中获得灵感的事例，在科学史上反复地发生着；我们能够担保那位设计出和平号修复计划的科学家就真的没有从修车匠那儿得到启发吗？尽管获得科学灵感的对象未必是科学本身，可是，难道我们就能够将科学灵感与科学活动完全地分离开吗？

有时，科学尊贵的社会地位可能恰恰阻碍了我们对科学本质的理解，也阻碍了我们创造力的发挥。或许，对科学来一点玩世不恭，说一句“别把科学当回事”，可能会使我们更为“科学”些——当然，这种玩世不恭不要太过头。

故事三：“我如何睡觉？”

有一天，林医生的诊所来了一位烦躁不安的老年“病人”，他同时拿了两份有关卫生健康方面的报纸，向医生请教到底该如何睡觉。原来，其中一份报纸上说，长期东西向睡觉对身体有坏处，因为身体切割了地球磁力线；而另一份报纸上则说，南北向睡觉不太好，因为身体没有切割地球的磁力线。

面对这样的问题，林医生有些犯难了，这两家报纸都是颇受欢迎的报纸。幸好林医生还有一点幽默感，他给这位老人建议了“两种方案”，第一种方案是采取东北—西南向或东南—西北向睡眠，第二种方案是，一个星期中，三天东西向睡，三天南北向睡，还有一晚干脆不睡或者站着睡。

经过几百年的发展，科学已经深入到我们生活的每一个角落，科学不仅仅成了为我们提供生活便利的根据，也成了我们如何获得高质量生活的指南，成了我们惟一选择的世界观。人类基因组计划的草图已于2000年6月宣告完成。有人展望，沿着这样的途径将生物科学再发展一步，我们就可以获得关于我们的情感和意志发展方面的信息。也就是说，我们可以通过阅读我们的基因图谱来确定我们选择什么样的配偶，什么样的职业——DNA双螺旋结构的发现者沃森曾说过：“以前，我们以为命运跟着星座走，现在，我们知道，我们的命运由基因决定。”

事情果真会如此吗？那究竟是人类的喜讯，还是人类的悲哀？颇为杞人忧天而又常常言过其实的人文学者宣称，科学正在成为没有宗教的宗教！

与先辈们相比，我们真是幸运儿，我们处在这样一个科学的盛世中，世界的五彩缤纷令人赏心悦目而又目不暇接。然而，麻烦的事情也接踵而来，我们有时就像林医生诊所的那位老人，不知道该如何是好。科学为我们提供的信息太多太多，我们不仅要花太多的时间去了解它，我们也要花太多的心思去面对它，然而，毕竟科学提供的信息有时并不那么一致。科学有时候还真使我们无所适从。

可是，真正的科学家却并不为如何依据科学而生活感到烦恼，他们对科学数据如何从实验室和统计调查中产生出来有着真切的体验。他们知道，世界的秘密永远不可能一览无余，他们对世界的激情和神秘感会依然保留着。他们也知道，科学能够产生实用的结果，但仅仅只从实用的角度去理解科学是不够的。

故事四：特异功能与“四维空间”理论

20世纪80年代初期，特异功能在各大报刊中被炒得火热，一时间涌现出许多耳朵认字、意念移物、隔壁取物或非因果预测的神童和大师；接踵而来的是气功的暴热。这些在历史上反复出现过的现象在当时被归于一门崭新的叫做“人体科学”的研究范畴之中，并得到有关部门的资助。再然后，气功师们纷纷去做带功报告，捞取钱财；而认真的研究者则一面“收集”各种实验数据，一面寻找着理论解释。

其中有一种理论十分引人注目，那就是所谓“四维空间”理论。“四维空间”理论认为，人类的经验是有限的，即我们只能经验到三维空间里的事件，由于我们对物理定律的建构不可能离开我们的经验，所以，现存的物理学定律都是三维空间的。但实际上的空间却是四维空间，我们无法凭现有感官去发现它，只能凭特异功能或心灵感应去“发现”。“四维空间”理论还认为，三维中看上去是远距离的空间，在四维空间中可能是很近的。可以用一个比方来说明，一只蚂蚁在一根盘旋起来的弹簧钢丝上爬行，它从第一圈的一个地方出发到达第二圈的同一个人地方，就必须绕行很长的距离，这段距离相当于三维空间的直线距离；而第二只蚂蚁可以从第一圈的这个地方直接跳到第二圈的同一个人地方，它所经历的时间和空间距离都远远小于前者，而这第二只蚂蚁相当于在四维空间中运动。如果将第一只蚂蚁类比我们的一般感觉，而第二只蚂蚁类比我们特异功能，就可以解释意念移物、隔壁取物或心灵感应了。

“四维空间”理论无疑是一个非常美妙的理论，任何对理论物理发展史有所了解的人，都会为它表现出来的美所折服。然而，这里有太多太多的疑问。首先，特异功能或隔壁取物是否已经被严格地证实？如果特异功能并没有被严格证实，而“四维空间”理论又只是一个假说，用一种虚拟的理论假说去说明一种并不存在的现象，这在科学上无论如何是要不得的——“四维空间”理论

不同于爱因斯坦的相对论，相对论要么首先有了事实基础（狭义相对论），要么最终为事实所证实（广义相对论），并且可以反复被证实；而特异功能从未被反复证实过。其次，“四维空间”理论是否可以严格地数学化，而特异功能又是否有量上的差异？如果理论与事实均没有得到数学或量化的说明，而只是一个美妙的类比，那么用它糊弄一下外行还可以，但要让专家接受，恐怕是不可能的——或许正是如此，伪科学理论的坚持者常常不敢与专家对质，而只是采取新闻舆论的“普及”方式直接面向公众。

3 几点不必听从的说教

大多数人对千奇百怪的自然现象感兴趣，而对其背后的统一性不假思索，只有少数性格内向、好沉思的人才会去追索那种统一性，追思特异功能与“四维空间”之间关系的人大概属于后者。然而这样的人常常会因缺乏良好的科学素养或指导而耽于幻想，荒废学业，并偏执于一种不恰当的自称为科学的理论。不久前，这样的理论还充斥我们的周围，甚至有著名的科学家卷入（或打着他们的旗号）。这些人幻想成为哥白尼或孟德尔式的人物，即使生前得不到承认，死后也会得到承认。大部分青年学生正处于这样一种反叛的和英雄主义的心理阶段。科学需要这种精神，然而离开科学而步入冒充科学的道路是危险的；如果事情果真如此，就浪费了我们中最优秀的智力。

脱离科学想入非非同时是一种惰性行为，这些人不想对科学体系做最基本的了解。科学的想象是愉悦的，但必须使你的想象大部分符合已有的知识，矛盾的部分是从已有的知识推导出来的；你首先必须查阅已有的资料来检验你的想象，如果它符合某个著

名的实验事实，那么，你从中获得愉悦感将远胜于那种没有任何基础的虚无缥缈的想入非非。

在我们的思想教育中，常常强调道德方向与政治方向的正确性，其实，在我们的知识教育中，也应该强调科学方向的正确性，当然，这比前者要困难得多。

作者接触过的同龄人中，大部分在中学与大学时期都对诸如飞碟、特异功能和百慕大之谜充满神往，我本人也曾如此，那时正值武功的第一个热潮。现在，他们中仍有一些人执迷不悟，而另一些人则对当时的行为感到啼笑皆非——这些人中有一部分已开始滋长一种反科学的情绪，认为科学就像特异功能之类的东西一样，具有欺骗性。我们严肃科学良好的声誉正被那些不那么科学的东西所损毁。不可否认，对这些“现象”所做的异想天开的冲动能够丰富我们的想象，这种想象对于从事科学研究是十分必要的。但我们似乎不应该对其过于偏执，而且，我们的想象力同样可以在严肃科学中得到培育和释放（我们不得不遗憾地在“科学”前面加上令人敬畏的“严肃”一词，以区别那些打着科学旗号的东西）。

执迷不悟的人会一本正经地强调他们的亲眼所见，而不去反思我们的常识是如何犯错误的。“相信”这个概念应该有两个必要的条件：一个是可观察性，即可以通过相应手段严格地、在统计上可重复地观察到；二是可解释性，即与我们所具有的知识背景不会相距太远，科学不太可能会是一个新理论完全否定旧理论所做出的解释。如果不能解释，同样不能轻易相信，所以我们常说“不敢相信”。

科学不是奇闻轶事，正如大多数字典所强调的，科学是系统的知识。现代科学也不同于古代科学或近代科学，它几乎不可能从“苹果为什么落回地面”这样的常识中产生。我们必须进入这个系统，了解和体会它的游戏规则——如果与常识有关，那也仅仅只是灵感的源泉，而不会是科学理论本身。

百慕大之谜几百年几千年都没有解决，你能奢望解决它吗？也

许这种反问方式不恰当，有扼杀探索性之嫌。那么，我们可以换一种问法：它是一个科学问题吗？百慕大之谜不同于哥德巴赫猜想，后者是科学范畴内的问题，而前者是科学之外的问题，我们能奢望科学解决科学之外的问题吗？我们常常听人说，也许某个问题只是目前的科学还无法解决。我们要区别对待这种说法，如果问题是科学范畴内的问题，它迟早是能解决的；如果问题是科学之外的问题，科学是无法解决的。我们能够指望用科学的方法达到长生不老吗？

也许有人会问，什么是“科学之外”呢？这就首先要求我们要步入科学之内，了解科学是如何运行的，其次要看那些对科学有深刻理解的人如何谈论科学，本书就是要提供这样的谈论。

如何看待科学史，也值得我们深思。现行的科学史是一部成功史，即便是那些被忽视或犯过错误的人，他们也都是科学上成功的人；对科学史有所了解而未加以反思的人会立即想到，即使做孟德尔式的人物也是值得的。但我们应该想到，可能有更多孟德尔式的人物终身埋头于其研究，而结果并未成功——哪怕是死后的成功。科学史没有记载这些人，也不可能记载这些人。只要我们问问年长者，他们就可能列举出好些这样的同学，在学生时代是如何才华横溢，而现在又是如何地落魄，但却并不是为科学而落魄！

科学史上反复出现的那种压制人才的现象还会继续出现，所以科学需要献身精神，然而，这种精神却必须是恰当的，我们必须对我们的事业日后能影响人类的认识有一个基本的直觉。这种直觉来自于对科学的哲学反思和对科学发展的充分理解，而不仅仅只是了解几个具体的人物或几个具体的事例。

诚然，正像本节标题所提示的，上述颇为严格以至于有些尖刻的话语，只是一种个人的说教，希望它不会使真正对科学感兴趣的人感到心寒，毕竟许多人都有过类似的经历（像第一个故事所展示的一样），毕竟也有人在这种经历中获得过太多的教益。而且，毕竟我们还没有、同时也不可能有关于科学的严格的毫无异

议的定义！

正像我们已经提到过的，有许多人探讨了科学的定义与特征。然而，本书的目的并不是要罗列出关于“科学是什么”的各种探讨的详细清单，而是促使读者，尤其是那些对科学尚未做出过反思的读者去思考科学，得出自己的结论。有了这种思考的兴趣，读者就可以去读读那些严肃地谈论科学的书籍了。如果读者并不想对科学作较为系统的了解，而只是对科学的某个部门有兴趣，我们也极其渴望本书能够给他们留下一点印象；如果他们在科学上有所成就以后仍然能够依稀地记得本书的影响，哪怕这样的人只有一两个，那就是对本书作者最大的安慰与报偿——可以说，这也是本书的最高目标。

第一章

科学结构：科学的逻辑维度