

## 第一章

# 重新认识逻辑

- 形式逻辑的出现是人类认识史上的一大飞跃，它已成为人类揭示客观世界的本质及规律的重要的思维活动形式。

- 逻辑不是指导人们现实生活思维方式的全部，逻辑并不能解释一切。

- 科学发现没有逻辑通道，科学发现需要大胆猜想。爱因斯坦认为：创新需要在逻辑与非逻辑之间保持必要的张力。

- 根据解题者所采用的方式及对逻辑思维的依赖性，可以将解决问题分为常规性解决问题与创造性解决问题两种类型。

- 创造性解决问题是以具体问题具体分析为依据，通过抓住特定的解题关键，直截了当地解决问题。它以创新的态度，采用非常规的方式，达到既符合逻辑又超越逻辑的思想境界。

## 一、千秋功绩谁与评说

### 1. 智者的思维工具

在地中海一个默默无闻的角落里，有一个小小的岩石半岛，人称希腊半岛。早在奴隶制时代，古希腊就出现了一批哲学大师——智者，他们给我们留下了许多宝贵的精神财富，而其中最重要的是创立了一种叫逻辑的思维方式。它的原理及形式直到今天仍是现代逻辑学的支柱，以至 18 世纪的德国学者康德曾断言：形式逻辑已经是十分完善的科学，因为从亚里士多德时代以来，连一步进展也没有过。

在古希腊时代由于当时的奴隶主民主制，使许多奴隶主和“自由民”能有机会自由地参加公民大会，可以讨论城邦的大事，参与法庭的审判活动。这些活动要求他们具备讲演和辩论的才能，于是就出现了一批以专门从事传授修辞学和辩论术为职业的学者，亚里士多德就是其中的杰出代表。形式逻辑的出现是人类认识史上的一大飞跃，它大大减少了思维的弯路。同时由于推理形式和证明形式的发明和应用，也使得人们对事物的认识有了长足的进步。

比如，古代及现代学者最常用的推理范例是：

凡人都会死，  
苏格拉底是人，

所以，苏格拉底也会死。

设想，假若没有逻辑推理，要断定苏格拉底会不会死，那只有等他死了以后，这个认识过程才能完成。又若对柏拉图，或对每一个个体，也这样地从经验上去研究他会不会死，那不仅对每个简单真理的认识都要有无限的认识过程，而且人的认识将永远只能跟在过程发生后把它记录下来，不可能有理性思维和预见。

喜马拉雅山从来就是“世界屋脊”吗？多数人认为这不是个问题，因为现实生活使人往往不自觉地存在一种假设：事物今天如此，以前也应该如此。而科学家凭借逻辑推理却告诉我们：27亿年前，那里是茫茫一片的汪洋大海！怎么会呢？因为地质学常识告诉我们：凡是有水生生物化石的地层，都是地质史上的古海洋地区。按逻辑学术语，这叫大前提。科学考察发现，喜马拉雅山山脉的地层遍布了珊瑚、苔藓、鱼龙、海百合等动植物化石，这是小前提。于是按推理规则会得出结论：喜马拉雅山在过去的地质年代里，曾经被海洋淹没过。这样，任何人都会对这一结论深信不疑。得出这个结论与其说是相信科学考察，不如说更相信它所依赖的思维工具——逻辑推理的有效性。

古希腊学者亚里士多德当时绝对没有料到，他所创立的逻辑推理体系，会成为人类揭开客观世界的本质及规律的极其重要的思维活动形式，几乎渗透到人类获取所有新理论和新知识的每一个过程。他更没有

预料到，近代科学家伽利略正是用这套逻辑推理，推翻了他“蒙蔽”世界长达近千年的关于“物体落下的速度与重量成比例”的科学错误。

亚里士多德在他的《物理学》一书中讲道：“重的物体下落快，轻的物体下落慢。”如果让鸡毛与石块同时下落，那么应该“石块落地快，鸡毛落地慢。”

当时没有人对这一“科学”论断产生过怀疑。而伽利略却第一个向亚里士多德提出了挑战。他巧妙地提出：如果把一个重物与一个轻物绑在一起，结果将怎样呢？根据亚里士多德的“逻辑”，“重物下落快，轻物下落慢”，那么轻重两物绑在一起后，原先下落快的要被拖着变得慢一些，而下落慢的将被拉着变得快一些。这样，轻重两物绑在一起后，其下落速度应比原先单个重物下落慢而比原先单个轻物下落快。另一方面，按亚里士多德的重物下落快的“逻辑”，那么轻物与重物绑在一起，比原先单个重物还要重，下落速度也应该更快。这样，亚里士多德原来“重的物体下落快，轻的物体下落慢”的“科学”论断就自相矛盾，漏洞百出了。

伽利略指出了这一逻辑矛盾后，触怒了许多学者、教授，他们纷纷要他拿出实验证据，于是才有了伽利略在比萨斜塔上的那个著名实验。

牛顿发现万有引力定律也得益于严密的逻辑推理。他的思路是：在地球的一座高山上，以水平方向抛射

一块石头，由于重力作用，石块不是直线飞出，而是沿曲线落到地面。如果抛射石块的速度大到一定程度，石块将环绕地球作圆周运动；而月球不也与“石块”一样正在做环绕地球的圆周运动吗？那么在那些圆周运动中，同抛射力起平衡作用的力就是地球的引力。所以，地球对石块以及对月亮具有同样性质的引力。

20 世纪著名物理学家爱因斯坦认为，西方科学的发展是以两个伟大成就为基础的，其中之一就是希腊哲学家发明的形式逻辑体系。

## 2. “青出于蓝”的诡辩术士

自从亚里士多德发现了思维的奥秘，古希腊人因自己的文明而踌躇满志的时候起，逻辑学就以其“正确”而享有盛誉，备受尊重。至今我们也沾沾自喜地说：“这事办得合乎逻辑！”然而形式逻辑受到的推崇似乎已经超越了它真正的价值。须知，它绝对不是思维的惟一方式，也不可能保证思维必定正确。

尽管逻辑推理对提高思维效率有极大作用，但是人的思维活动又总是具体的，随对象和问题的千变万化而变化。现实问题的多样性，初始条件的不同，仅凭若干种逻辑推理形式就想概括人的全部智慧，那是不可能的。正如一些学者指出的那样，既然逻辑是思维的工具，它也跟别的工具一样，有自己特定的使用范围。例如铁铲作为一种工具，可以用来垒一座巨大

的沙城堡，但沙城堡是不能住人的——除非你碰巧是一只沙蟹。偏偏有这样的人：明明不是沙蟹却要毫不余力地垒出一座沙城堡来，并老实地相信他能住进去……这实在有些荒唐可笑。这种人不知道所用的工具与其创造的“产品”都有特定的局限。

事实上，从逻辑推理产生的时代起，也同时出现了蔑视逻辑、反驳逻辑、摆脱逻辑束缚的思想倾向。

即使在古希腊智者中，也并非是所有的人都循规蹈矩地使用那些所谓的“天赋工具”。当时还有不少的诡辩术士，在辩论中为了战胜对手，他们巧妙地违背逻辑规律和人们判断推理的一般规则，采取各种手段以自己的“假”逻辑来对付别人的“真”逻辑，从而常常使对手无法反驳而只能认输。一个著名的故事是诡辩术士普罗泰戈拉与他的学生打的一场“诡辩官司”：

普罗泰戈拉招收了一位名叫爱瓦特尔的学生，向他传授诉讼和辩护方法。当时师生俩订了一个合同：爱瓦特尔的学费可以在他学成当上律师后，并第一次出庭胜诉以后再行交付。爱瓦特尔很快就学完了全部课程，但是却一直不肯实现合同规定——向老师付清学费，为此，老师决定向法庭起诉自己的学生。

他对爱瓦特尔说：“如果你在我們的案件中胜诉，你就应该按照合同的规定条件交付学费，因为这是你第一次出庭。并取得胜诉；如果你败诉，那么你就必

须依照法院的判决付给我学费。总之，不管你胜诉还是败诉，你都得付给我学费。”爱瓦特尔听罢，回答说：“老师，你错了！恰恰相反，如果我在法庭上胜诉了，那么根据法庭的判决，我当然不用付学费；如果我败诉了，那么我也用不着付学费，因为我们的合同规定我第一次出庭胜诉后才付学费的呀！”

真可谓“名师出高徒”！普罗泰戈拉自然不敢真的再到法庭去打官司了。

其实，要决断这两个诡辩家的官司并不难，只需诉之于同一律，即严格按一个标准来判定。因为本案中师生两人都没有保持同一标准。然而，现实生活中，爱瓦特尔这种“以其人之道还治其人之身”的做法，谁又能说它不是一种机智，不是一种智慧呢？

不要以为诡辩术从逻辑上可以轻易地被揭穿。古希腊另一位哲学大师芝诺提出的“难题”，几个世纪以来，在各种哲学和科学著作中，学者们提出了不少解决方案，但都没有完全彻底地将其解决。

芝诺的难题中有一个是“阿基里斯追乌龟”的问题。阿基里斯是古代跑得最快的人，他让乌龟先跑上一段，然后再开始追赶。有点头脑的人都知道，阿基里斯用不了多久一定能追上乌龟。但听完芝诺的论证，坚信逻辑推理的人顿时会陷入迷茫与困惑之中。芝诺认为：当阿基里斯追到乌龟的出发点时，乌龟已向前又爬行了一段距离。当阿基里斯每一次到达在他前面

的乌龟的位置时，乌龟总是在原来位置的基础上又向前爬行了一点距离。所以，阿基里斯将永远追不上乌龟。

芝诺的难题从逻辑推理上是没有任何漏洞的，绝不是一般的诡辩。按照罗素的说法，芝诺的推断“在某种形式中涉及到从他的时代一直到我们今天所提出的几乎是空间、时间和无限的全部理论。”可见，逻辑并不能解释一切。

300 多年以前，逻辑学家们面对各种“诡辩术”无力反驳，所以，只能警告读者“在逻辑的领域中，不应该张开满帆快速去航行。”就连当年的哲学大师亚里士多德在面对逻辑碰到的难题时也只能发出：“思维是一种苦难”的悲叹！

### 3. 理发师该不该给自己刮脸？

19 世纪末，德国著名数学家康托建立了集合论。他企图从最普遍的概念出发来建立数学和逻辑大厦。康托提出，我们总可以根据事物的某一属性或规定性来定义一个集合。此外，还可以用另一种方法建立集合，我们只要给出一个个具体元素，总可以把这些元素的全体定义为一个集合。

数学家们发现，只要规定了集合和组成它的元素，我们就能从集合论角度统一地说明数学和逻辑推理的基础。比如根据集合的包含关系就能推出形式逻辑基

本格式——三段论。一些数学家曾满心喜悦地认为，数学和逻辑的基础终于找到了。它们之所以合理，是因为它们反映了世界事物间最为普遍的关系：元素和作为这些元素总和的集合之间的从属关系以及它们组合的结构。

然而，1903年罗素提出了一个著名的悖论：“我们令  $N$  为一切不属于自身的集合组成的集合，问  $N$  是否属于  $N$ ？”根据上面的定义，“ $N$  属于  $N$ ，当且仅当  $N$  不属于  $N$  时”，这里就出现了悖论。罗素悖论的前提正好是从集合论的最基本出发点推出的，而这个结论又与集合论矛盾。罗素悖论的发现震撼了集合论的基础。

后来，罗素将这个数学悖论变成等价的“理发师悖论”。即某山村的一个理发师声称：“他将给所有不给自己刮脸的人刮脸，不给那些给自己刮脸的人刮脸。”

这在逻辑上并没有漏洞。但是当他考虑是否应该给自己刮脸时，却处于自相矛盾的两难之中。因为如果不给自己刮脸，那么他将属于自己声明不给自己刮脸的那一类人，因此他可以给自己刮脸。反之，如果他给自己刮脸，那么他不属于自己声明的要让他来刮脸的那一类人，他将不能给自己刮脸。

由于逻辑学家们对逻辑力量的偏信，他们大都不愿意承认逻辑的局限性和弱点。一位名叫奎因的著名逻辑学家面对理发师悖论，经过“仔细推敲”，在《科

学美国人》杂志上发表了题为《自相矛盾》的文章，“解答”了这个问题。他沾沾自喜地为我们提供了这样的“答案”：“这个村子根本不存在！”啊，真是妙不可言的不承认主义。

现代数学已经指明：逻辑悖论的一个重要根源是在推理和定义过程中存在互为前提的循环圈，即排除不了自我相关的怪圈。为了建立严密而有效的逻辑思维大厦，必须把悖论从推理过程中排除出去。数学家突然发现，如果彻底消除悖论，那么由此构成的数学大厦就此失去了生动活泼的生命力，逻辑思维也就成了一个僵死而笨拙的体系。正如把逻辑之羊用笼子装起来，虽免受了悖论之狼的伤害，但羊群却不能在人类思维那广阔无垠的草原上自由地放牧了。

正如数学家哥德尔所说的那样，由于自我相关造成的悖论存在，人们面临着二者择一的两难境地：要么在逻辑思维中可以是不一致的；要么导致产生另一个意想不到的结果。我们无法用逻辑去证明所有用逻辑提出的问题。

如果说理发师悖论是对数学悖论形象化的描述，远离人们的生活，那么现实生活中，这类逻辑悖论确实是时时存在的。

在研究人的进化机制时，现代生物学家引入了博弈论。在经典博弈论中有一个著名的“囚徒悖论”。问题是这样的：两个合伙犯罪的人被隔离审讯。他们知

道，如果他们二人都不招供，警方就没有足够的证据判他们重罪，只能判每人关上 2 年；如果他们分别招供了，则每人都将被判 9 年；若其中一个人招供了而另一个人不招的话，招供者将获释放，而不招供者将被判 10 年。在这种情况下，这两名囚犯应该怎样做才对自己更有利？

其中一名囚犯会这样想：“对方不招时，我也不招要被判 2 年，如果我招了将被释放，显然我招了有利；如果对方招了，我也招供了要被判 9 年，但不招则要被判 10 年，所以不论对方招还是不招，我还是招了对我有利。”于是这个囚犯决定招供，而另一名囚犯出于同样的理由，当然也招供了，结果是两人都同时被判刑 9 年。

显然，从简单的逻辑推理上看，两人都不招供时，两人各被判 2 年，将是更好的结局。但招供却是惟一的进化稳定战略，而不是合乎逻辑的战略。日常生活中我们也常常遇到类似的问题。例如乘公共汽车时的“乱挤”现象，就相当于多人的囚犯困境博弈。如果大家都按序排队，即使这一趟车上去，下几趟车总可以轮上，这是全局最佳战略，但不是进化稳定战略。只要有少数几个乱挤者就可以破坏整个秩序，形成大家一拥而上的局势，结果是所有的人都多花了力气和时间。

赵南元在其著的《认知科学与广义进化论》一书

中说：“我们认为，人和其他生物的生存目标并不是追求合乎逻辑的真理，而是追求生存本身；思维的基本任务不是认识客观事物的本来面目，而是找到最佳活法；思考的基本方式不是逻辑演绎，而是利害的权衡。”

我们知道，自然界是一个由不同层次组成的复杂系统，科学家是不可能完全认识了某一层次的全部规律后，再去依次一个一个地认识其他层次。科学总是从各个层次的本身出发来探讨各个层次现象的联系，逻辑推理本身也是如此。它不可能变成从一个最基本规律出发，一级级生成概念之树，推理之网。不同层次间互为因果的循环是人类思维的重要特征，即使在逻辑推理中也难于避免。尽管目前逻辑学家们还在为是否能消除悖论以及如何消除在争论不休，但至少我们已经认识到：逻辑不是指导人们现实生活思维方式的全部，即使是在最需要逻辑的数学领域。

#### 4. 天才思想的湮灭

人工智能最早的先驱者，英国著名数学家图林早在本世纪 40 年代就提出了“智能机”的设想。当时电子计算机还处于幼年时代，图林的许多天才设想都没能实现。他留给后人的结论是：即使能设想和制造出最有效的计算机，也始终存在着无法弥补的漏洞。

后来，人们发现这个结论与数学中的集合悖论有

很大的相似性。

人工智能研究中，学者最感兴趣的就是把一大堆严格形式化的逻辑规则搭配在一起，告诉不灵活的机器如何变得灵活起来。但是，什么样的“逻辑规则”才能控制智力行为呢？这些规则一定可以分成不同的等级。有许多规则是“简单明白”的，还有一些规则是修改简单规则的元规则，然后还有元元规则。人工智能的灵活性就来自大量的不同规则和这些规则所划分的不同层次。这些层次的自我缠绕就成了人工智能中的怪圈，它直接或间接地关系到人工智能的核心。

图林的结论并不意味着机器是不可思维的。事实上，人的思维究竟是一种什么过程，现在还无法完全说清楚。人们对于自己的大脑研究得越深入，对于思维过程了解得越多，就越感到原来的想法是多么错误。

有一种理论认为，人的大脑实际上只使用了不足五分之一，或者说还有 80% 的潜力没有被开发。如果把这 80% 的潜力开发出来，人将变得聪明得多，或许智商会达到 500。其实从进化的角度来说，如此不经济的事情是很难想象的，再者也没有见到过这种成功开发的实例。而且如何计算人脑的“潜力”也是一个困难的问题，如果这个理论的根据是人脑只有一小部分模块处于工作状态的话，那么结论显然是错误的。因为如果把所有模块“开发”成可以同时工作的话，那就完全破坏了整个系统的协调性。此外，由于人在一

生中不断学习的需要，大脑中必须准备相当数量暂时似乎多余的空白模块，否则人将进入一种不能再学习任何新技能甚至不能再吸收任何新信息的状态。

思维是最复杂的现象之一。人们在思维过程中往往改变自己的思维规律，甚至改变那些使这些规律变化的规律。但是这些“规律”都是指软件的规律，在最低层次的规律是永远不变的，神经元总是按照同样简单的方式进行操作。正是大脑中硬件的这种固定件造成了软件的灵活性，这就是智能的有趣结构，即可以自我改进的软件与固定不变的硬件以差异为基础的互动。

大脑的活动是以神经细胞为基础的。但是仅仅在这个层次上是无法理解大脑思维活动的。人工智能的研究启示我们，在思维过程中存在着错综复杂的层次，这些层次的自相缠绕很可能在思维过程中起着关键性作用。其实人的思维早就开始探索思维本身，这也是一个绝妙的怪圈！像所谓“对认识的认识”、“对思维的思维”等问题，由于自我层次与问题对象层次缠绕在一起，总要陷入与罗素悖论相同的境地。

冯友兰在《中国哲学史新编》的绪论中说：“哲学是人类精神的反思。人类的精神活动的主要部分是认识，所以也可以说，哲学是对认识的认识，对于认识的认识，就是认识反过来以自己为对象而认识之，这就是认识的反思。”这句话颇有道理，与认知科学的精

神一致。但是如果有一百个哲人，可能就会有一百种反思，我们应该接受哪一种呢？我们以同样的逻辑标准怎样反思对象依赖的逻辑是正确还是错误的呢？

哲学家往往对此无能为力，或陷于争辩之中。而认知科学家们却回答得十分干脆：如果我们对认识的认识是充分的，那么这种认识应该能够指导我们制作一台能进行认识的机器，或者找到充分的理由说明制造这种机器是不可能的。否则不能认为对认识的认识是成功的。

认知科学的研究应该说对人类逻辑推理本身的传统认识提出了挑战。认知科学中常提到所谓“智力模型”，即当我们能够对某一类事物的各种变化作出相对可靠而全面的预测时，我们就可以认为我们的头脑中已经对该事物形成了“智力模型”。而智力模型的形成也为我们提供了更多方面预测的可能性。

我们试用一个实际例子来说明使用智能模型进行思考与通常所谓的按逻辑思考的区别。有这样一个问题：有 A, B 与 C 三个人，A 在 B 的左边，B 在 C 的左边。问：那么 A 是否在 C 的左边？这个问题如果用逻辑解决的话，首先要考虑“在左边”的关系在逻辑上是否可以递推，就像  $A > B, B > C$ ，则  $A > C$  那样。如果可以递推，则 A 在 C 的左边；如果不能递推，则从逻辑上是得不到解答的，因为问题中这个关系是否能递推是不明确的。

利用智能模型的方法，可以在头脑中设想各种实际的空间分布，来考虑这个问题。例如，可以认为三个人是围圆桌而坐，如图 1-1。从不同的图中很容易判断 A 和 C 的关系。(a) 第一种情况是 A 在 C 的左边；(b) 第二种情况是 A 在 C 的对面；(c) 第三种可能是 A 在 C 的右边。

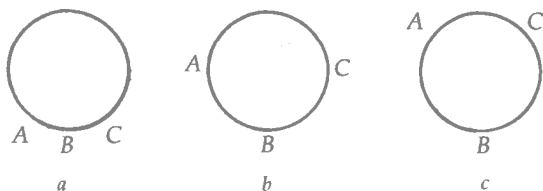


图 1-1 A 与 C 的关系

从这个例子可以看出，用逻辑的方法无法解决的问题，用智能模型或形象化模型是可以解决的。再如“跳蚤是动物，所以大跳蚤是大动物。”这个推理我们一看就知道是错误的，虽然我们未必知道这个推理违反了哪些逻辑推理规则，或是使用了哪条不正确的推理规则。我们发现这个结论的错误，是靠了一种形象的冲突。大跳蚤可以想象成米粒或豆粒那么大，但一听大动物，却使我们联想起大象、鲸，甚至恐龙，这就是人们常讲的形象思维。形象思维这一提法比较侧重于视觉形象，而用“智力模型”概念要比它全面，不仅反映了视觉形象，还反映出了动作和感觉的联合。

心理学有一著名实验，向被试者出示如图 1-2 所示

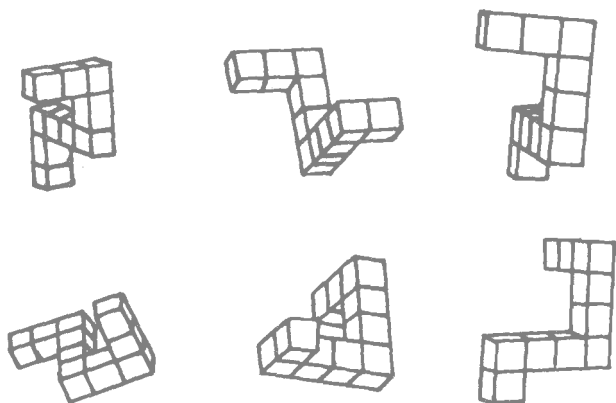


图 1-2 寻找相同图形

那样的成对的立体图，要求被试者判断每组上下两个图所表示的立体物是不是同一物体。实验结果表明，判断所用的时间与两图之间相差的角度呈明显的正比关系。从而说明人在进行这种判断时所采用的方法不是逻辑的，而是形象的。即在头脑中以一定速度旋转其中一个立体物，然后判断是否能够通过旋转使一个立体物与另一个重合，以此证明人的头脑中有对形象进行操作的能力。图 1-2 的问题，图 a 和 b 是相同的，而 c 是不相同的。你看出来了吗？这个实验对于形象思维的存在是很有说服力的，但迄今为止，学者们对形象思维在发明创造中的作用与应用论及较多，对其机制方面的说明还很不充分。