

# 第一篇 科技创新理论概述

## 第一章 科技创新简介

### 第一节 科技创新

#### 一、创新的含义

随着 20 世纪科学的迅猛发展，世界各国对创造发明规律研究的风行，各国间竞争的加剧，人们对创新越来越重视。美国经济学家熊彼特就曾提出创新是生产要素的重新组合。以后，各个国家、各个领域、各个部门、各个层面由于发展和竞争的需要，也都纷纷提出各自的创新，如知识创新、技术创新、体制创新、机制创新、组织创新、观念创新、政策创新、文艺创新。各种创新相互依赖、相互促进，既有各自的要求和内容，也有共同的特征。

创新是人脑复杂的思维过程，是产生现实尚不存在的事物或观念形态的创造性活动。一般情况下，创新都是主动的、有目的的行为，是对旧事物的本质性变革或改进，它对经济发展、社会进步起着直接和间接的推动作用，其重要意义正如江泽民总书记所指出的，创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。

#### 二、科技创新

一部人类社会发展史，就是一部破旧立新的创新史。创新存在于各个领域、各个方面，种类繁多。本书根据教学的需要主要阐述科学技术方面的创新，即科技创新，其他方面的创新就不再展开。科技创新主要包括技术创新、知识创新，它和发展高科技一样是增强我国综合国力和科技实力的核心。

##### （一）技术创新

技术创新是指企业应用创新知识和新技术、新工艺，采用新的生产方式和经营管理模式，提高产品质量，开发生产新产品，提供完善的服务，占据市场并实现市场价值。技术创新中最主要的是开发新产品和实现市场价值，它们分别对应于技术和生产销售两个重要方面。开发新产品主要通过发明创造来实现，只有掌握发明创造的规律和技巧，才能有所创造。本书主要是论述这方面的内容，而对技术创新的其他环节则不予讨论。

什么是发明创造？世界知识产权组织曾对发明下过一个定义：“发明是发明人的一种思想，这种思想可以在实践中解决技术领域特有的问题。”我国颁布的《中华人民共和国发明奖励条例》（1978年12月28日国务院颁布）中规定：“发明是一种重大的科学技术新成就，它必须同时具备下列三个条件：（1）前人所没有的；（2）先进的；（3）经过实践证明可以应用的。”在《中华人民共和国专利法实施细则》（1992年12月12日国务院批准修订）中规定：“专利法所称发明，是指对产品、方法或者其改进所提出的新的技术方案。”上述定义表明，发明创造是技术领域中的创新，是技术创新中的一个重要方面。

从发明的内容上区分，发明创造一般可分为产品发明和方法发明。产品发明是指发明人经过创造性构思做成的各种实物样品；而方法发明则是指发明人创造性构思的技术方案，如工

艺方法、生物方法、化学方法。从发明的性质来分，发明创造一般可分为开创性发明（或原创性发明）和改进性发明。开创性发明属于技术领域中的重大发明，如发明集成电路、全息照相、激光，改进性发明则是利用高新技术，或已有的知识和经验，运用创新技法，创造出影响较小或在局部领域发挥作用的新产品、新工艺和新方法。

对发明创造的技术特征的评价，在先进性方面，比较强调技术原理、技术构成和技术效果是否有进步；在实用性方面，除了社会效益外，经济价值和经济指标是一个重要的依据。

技术创新中包含不断提高产品的质量，这相应于技术发明和技术革新。技术革新是在已经发明的技术基础上的改进和完善，是技术发展过程中的完善阶段。技术发明和技术革新既有区别又有联系，发明离不开革新，革新中也孕育发明。

## （二）知识创新

科学发现是知识创新的基础和前提，往往也是知识创新的组成部分。科学发现是指人们在各种活动中，特别是在科学研究中，揭示自然界和人类社会中的各种现象、客观事物的性质和规律，获得的前所未有的新认识，如若人们不去发现它们，这些事物和现象也是客观存在的，如科学史上的三大发现，它们分别揭示了物质结构、物种起源和能量转化的现象。人们通过对科学发现中大量信息的进一步比较、判断、分析、综合，经过由此及彼、由表及里、由浅入深的改造和升华，形成新的理论，揭示客观事物的本质和变化规律，这就实现了知识创新。对三大发现来说，也就形成了细胞学、进化论和能量守恒定律的创新知识。

发明和科学发现是不同的，发明是借助于一定的科学理论和方法、技术手段，创造出新事物或新方法。我国古代的四大发明（指南针、造纸术、印刷术和火药）就是发明的典型实例。科学发现和发明又是密切相关的，通过科学发现可形成新的知识或理论，产生知识创新，从而研制发明出新产品、新材料、新工艺。如电磁感应现象的发现为发电机、变压器的研制创造了条件。反过来新的发明，特别是一些高新技术、高精度仪器的发明，又为科学发现和知识创新创造了条件。如物理化学家艾哈迈德·泽维尔（Ahmed H. ZeWail）就是因利用超短波激光观察到分子水平上的化学变化动态而获得1999年诺贝尔化学奖，此后各国科学家在这方面的研究逐渐形成了一门新的学科——飞秒化学（1飞秒 =  $10^{-15}$ 秒）因此科学发现和发明创造是相辅相成、互相促进的。

综上所述，科技创新主要表现为技术创新和知识创新。科学发现是知识创新的基础，是知识创新的组成部分。知识创新是技术创新的理论基础，技术创新又为知识创新创造了物质基础。发明创造和技术革新都是实现技术创新部分目的（如开发新产品和提高产品质量）的两种不同层次上的重要创新。

## 第二节 现代科技创新的特点和动向

### 一、世界科技创新发展简要回顾

人类的创新活动，推动了社会进步，反过来，社会进步又加速了人类的创新活动和技术革命。16世纪以后，这一过程尤为明显，并且不断加速。

17世纪到18世纪以瓦特为代表发明的蒸汽机，促进了纺织业、采矿业、冶金和机器制造业的发展，在人类历史上产生了第一次工业革命。

科学史上的三大发现：细胞学说、达尔文的进化论和能量守恒定律，为医学、生物学和物理学的发展注入了活力。

19世纪,法拉第在电磁学方面的发现和贡献,促成了电动机、发电机和变压器等一系列重大发明创造的诞生,使生产力获得极大提高,形成了第二次工业革命。

19世纪末,电磁波理论的建立、电磁波的发现和应用,促进了电话、电报和广播的发展,使人们的工作、生活发生了巨大的变化。

20世纪初,相对论、量子力学和核物理的诞生,使人们的研究从宏观领域扩展到微观领域,进入了核能应用时代。

20世纪40年代,有机化学和高分子化学基础理论的建立,开拓了人类利用人工合成材料的新时代。

20世纪中期,随着固体物理理论的建立和半导体技术的发展,第一台电子计算机的成功研制和计算机技术的发展,人类进入了工业生产自动化的新时代。

20世纪50年代发现的遗传物质DNA(脱氧核糖核酸),为遗传学和生物工程开辟了广阔的前景。

1957年,苏联成功发射了第一颗人造地球卫星,从此航天事业蓬勃发展,人类进入了探索宇宙的新时代。

20世纪60年代第一台激光器的诞生,使古老的光学重新焕发了青春。激光器的发展和应用促进了科学技术的进步,特别是加速了光电子时代和信息时代的进程。

## 二、现代科技创新发展的特点

纵观世界科技创新发展的进程,可以看出现代科技创新有以下四个基本特点:创新过程的加速性;技术上的综合性;组织上的群体性;决策上的风险性。

### (一) 创新过程的加速性

加速性表现为科技创新数量的激增和周期的缩短,即创新有突飞猛进的特点。技术创新一般分为诞生、完善和完成(即科技成果实现产品化)三个阶段。从诞生到完成所经过的时间,就是技术创新的开发周期。表1-1列举了11项技术创新的开发周期。

表 1-1

发明项目	纤维 人造丝	水泥	内燃机	电话	电动机	电车	汽车	雷达	原子弹	太阳能 电池	平面 晶体管
开始年代	1655	1756	1794	1820	1829	1835	1868	1925	1939	1953	1955
实现年代	1885	1844	1867	1876	1886	1881	1895	1940	1945	1955	1960
周期(年)	230	88	73	56	57	46	27	15	6	2	5

由表1-1可见,在18世纪末以前,大部分技术创新的开发周期都在70年以上;而19世纪技术创新项目的开发周期在20年至70年之间;20世纪以来,都在20年以下。技术创新过程的加速性,使商品琳琅满目,同时也使商品的市场寿命越来越短,更新换代的速度愈来愈快。最近几年,电脑更新换代之快更加说明了创新过程的加速性。

技术创新过程的加速性是社会需求、经济发展、科技进步和市场竞争等因素共同作用的结果。

### (二) 技术上的综合性

根据技术群体中相关技术之间的固有联系,进行有机组合,以创造出具有新的技术功能的组合型技术系统,与此相对应的技术创新就是综合性技术创新。这类创新在现代科技创新中占绝大多数,它是创新方式上的一种重大变革。

有关资料表明自 20 世纪 50 年代以来，独创性的技术创新日趋下降，而综合性的技术创新急剧上升。也就是说，由综合而导致的科技创新逐步取代了由知识创新而导致的科技创新，成为技术创新的主要方式。

科技创新之所以呈现技术上的综合性，首先是由于突破性的技术创新有赖于基础研究的新发现，而科学新发现往往需要巨额投资，时间也较长，因此独创性的技术创新变得愈来愈困难，而综合性的技术创新较为容易，受到了人们的重视。其次，一种技术创新的潜力和效果往往没有得到充分发挥，将它和有关技术进行重新组合或横向转移，是进一步发挥已有技术创新成果潜力和效能的很好途径，这也正是综合性技术创新的客观基础。最后，从创造性角度来看，“综合就是创造”。综合不是简单的拼凑和堆砌，而是将两种或两种以上的技术因素进行有机组合，从而产生新的功能。如 20 世纪的一项重大技术创新成果——遥感技术，就是以微波技术和红外技术为基础，综合了照相技术、扫描技术、自动控制技术和计算机技术，而形成的高科技成果。综合现有先进技术进行创新，这应是技术创新的重心，是技术创新的主要法则。

### （三）组织上的群体性

研究资料表明，19 世纪以前的技术创新大都以独立的个人发明形式出现，而 20 世纪个人重大发明大为减少，比较有价值的技术创新都是职务发明——执行本单位任务或利用本单位的物质条件所完成的发明，或是以企业、公司的名义申请的专利。也就是说，该发明是依靠单位，依靠很多人共同努力所创造的成果，这就是技术创新的群体性。

群体性特点出现的原因是：现代技术创新的起点高，较以前更为复杂、难度更大，同时科学技术相互渗透，有价值的技术创新已不可能由一二种技术就能解决问题，不是少数人所能胜任的，必须有众多的发明家共同参与，各行各业共同配合才能完成。如人造卫星、宇宙飞船的成功研制就是十分典型的例子。

群体性特点出现的根本原因还在于：不管在任何历史阶段，任何发明创造都不可能由个人独立完成，它都是基于一定的物质条件和理论基础，都是建立在以往人类成就的基础上，是人类共同智慧的结晶，这就是发明创造的社会性，也是技术创新群体性的本质。例如，人们都知道瓦特为蒸汽机的发明和发展作出了巨大贡献，事实上在公元前 100 多年，古罗马时代的希洛就利用蒸汽力制成了回转机，只是由于当时社会条件的限制和研究成果的不完善，其应用未得到推广。从希洛到瓦特，期间经历了 1800 余年，有很多人不断进行改进、革新，而瓦特以热力学和力学的研究成果为基础，综合前人的成就，再加上自己的创造，使蒸汽机从理论和实际应用上都得到完善，成为一种重大的技术创新成果。因此，从严格的意义上来说，蒸汽机应是许多发明家共同努力的成果，瓦特只是其中一个典型的代表。

技术创新的群体性，并不否定个人发明创造的作用，而只是强调个人的创造力是有限的，只有和更多的志同道合的发明者协同努力 各方面优势互补 各种学科各种技术互相配合 才能创造出价值较大的技术成果。如果在某些领域和工作的创新中，不需要很多资金，起主要作用的还是个人的创造力。20 世纪中 很多成果 例如安全刮脸刀、拉链 都是价值较高的个人发明。

### （四）决策上的风险性

技术创新是研制现实尚不存在的新事物，是做前人未曾做过的事，其间要克服各种意想不到的困难和阻力，有的要投入大量人力、物力和财力，而最后结果可能成功，也可能失败。技术创新的风险性就在于前途未卜，成功与失败并存。如果失败，必将给创新者带来不少损失，其后果有时甚至是极其严重的。美国的福特、杜邦公司都曾因发明失败而遭受重大损失。发明

失败的原因：或选题不当，或重复他人工作，或成果经济效益不佳，或研制周期太长，或研制成果已失去新颖性、先进性等等。在科学技术迅猛发展的今天，技术创新竞争更为激烈，技术性因素更加复杂，对环境因素、价值因素、安全因素的要求更高，这就增加了技术创新的风险性。为了减少风险性，就必须从宏观上注重科学技术发展的预测；在选题时，要更全面、更科学地进行调查研究和论证；在执行时，要采取各种有力措施，克服各种困难，以保证创新项目的顺利进行和及时完成。

### 三、世界各国创新教育的发展动向

有关资料表明，世界上劳动生产率的提高，在 20 世纪初，8%~20% 是靠科技进步，而如今 60%~80% 是靠科技进步。因此，各国政府对促进科技进步的科技创新非常重视，都把挖掘人的潜力、改善人的素质、提高人的创造力视为解决当今世界各种难题的有效途径。从 20 世纪 30 年代起，就对技术创新的规律和科技创新的方法开展研究，并进一步在人民大众中开展和加强创新教育。

美国是创造工程的发源地。1939 年美国通用电气公司为了提高职工的创造力，首创了“创造工程”这门课程。创造学家奥斯本提出的“头脑风暴法”运用于实践后，取得了成功，从而促使美国各大学相继开设培养创造力的课程和设立有关研究机构。

此后，美国的创造学理论和方法传入加拿大、法国、联邦德国、西班牙等国家，引起了强烈反响，从而促进各国开展创造力开发活动。日本在五十年代也建立了各种形式的发明创造学校。苏联、东欧各国、埃及、印度等也先后开展了这方面工作。

时至新世纪的今天，世界各国进一步调整科技战略和政策，积极发展高新技术及产业，大力加强技术创新，已形成奔腾不息的技术创新大潮。

美国由于富有创新的文化传统，研究、开发和教育的高投入，能包容多元文化，鼓励自由思考和独立创新的社会环境等条件，所以它拥有全世界最全面的国家创新体系。同时，美国的创新具有全方位的特征，雄厚的基础科学又持续地支持着技术创新和发明。技术创新的效果，表现在高新技术和重要领域的迅速发展，极大地增强了国家的综合国力。

日本通过走一条技术引进——消化——再改造——创新的道路，经过几十年的努力，已发展成为世界经济大国。在当今激烈的国际竞争中，日本提出了“科技创新立国”战略，在继续发扬技术创新的同时，又提出科学创新、观念创新、管理创新等各个领域的创新，并制定相应政策予以保证。

总之，世界各国为了发展自己的经济，增强综合国力，加强自己在国际竞争中的地位，都根据自身条件，制定相应的技术创新规划和措施，来加强对国民的创新教育。

## 第三节 加强创新教育的迫切性

### 一、我国的科技创新明显落后于先进国家

从人类历史发展的进程可以看到，科技创新是发达国家经济腾飞的一个重要因素。例如，蒸汽机的发明推动了英国的产业革命，促进了英国经济的发展。《共产党宣言》中指出：“资产阶级争得自己的阶级统治地位还不到一百年，它所造成的生产力却比过去世代代总共造成的生产力还要大，还要多。”〔《马克思恩格斯全集（4）》北京：人民教育出版社，1965，10，p.471.〕德国经济的高速发展是依靠煤化学工业方面的多项重大发明，如染料、杀菌剂、香料，这些成果不但促进了煤化学工业的发展，同时也促进了酸碱工业、纸浆工业、人造丝工业的发展，从而带动整个德国

经济的腾飞。又如美国的发展靠的是电力工业的多项发明：1837年莫尔斯发明了电报；1875年贝尔发明了电话；1879年爱迪生发明了电灯；1906年德福雷斯特发明了三极管。其中，小小电灯泡的作用尤为明显，它促进了发电机的应用，促进了整个电力工业的发展，加速了美国的工业化进程。20世纪五六十年代，电子计算机和激光的发明，大大促进了美国信息技术和其他工业的发展，促进了经济长期稳定的发展。再如，日本的迅速崛起，就是因为走了一条“引进、消化、吸收、创新”的技术发展道路。他们在创新上下功夫，特别是采用了组合创新这一行之有效的方法。在钢铁工业方面，日本吸收了当时世界上最先进的技术：一是奥地利的氧气顶吹炼钢技术；二是法国的高炉吹重油技术；三是美国、苏联的高炉高温高压技术；四是联邦德国的熔钢脱氧技术；五是瑞士的连续铸钢技术；六是美国的带钢轧制技术，并综合了这些技术后，创造出世界一流的炼钢技术，从而促进了钢铁工业的飞速发展。事实说明，一个国家要兴旺发达，要振兴经济，不大力加强科技创新不行，不大力加强创新教育、培养创新人才更不行。

20世纪是科学技术迅猛发展的世纪，科技创新将进一步成为21世纪经济和社会发展的主导力量。新的科学发现和技术发明，特别是高新技术的不断创新和产业化，将对全球化的竞争，对世界的发展和人类文明的进步，产生更加深刻而巨大的影响。对我国来说，在科学技术和高新产业方面与先进国家的差距是明显的。我国要在激烈的国际竞争和复杂的国际政治斗争中取得主动，要维护国家的独立和安全，要使国民经济健康快速发展，要改善人民生活，提高全民族的科学文化素质，都必须大力发展科技，加强科技创新和创新教育。特别是我国历史上长期以来的封建传统文化和习惯，在很大程度上阻碍了创新的发展，虽然经解放后半世纪的建设，已有巨大改观，但科学技术仍明显落后于先进国家，这正是加强创新教育迫切性的最主要原因。

## 二、我国的创新教育起步晚，发展缓慢

美国创造学家奥斯本提出“头脑风暴法”后，在美国形成开发创造力的热潮。1950年美国心理学会主席吉尔福特发表了“论创造力”的演讲，这不但轰动了心理学界，而且促使广大学者把创造学作为一个学术领域来开展研究，大大推进了创造学的普及和应用。20世纪50年代以后，美、苏、德、日等国在创造学方面的研究都取得了长足的进步。

我国真正开展创造学研究始于1980年，之后在工厂和高校不断普及创造学知识，各省市也相继成立了创造学会，举办全国创造发明展，在普及创新教育和促进科技创新方面取得不少成绩。但这一切，还远远不能满足科技创新的需要，不能满足我国经济迅速发展的需要，不能适应激烈的国际竞争的需要，这是加强创新教育迫切性的第二层原因。

## 三、目前我国大多数青少年缺乏创造力

1999年由中央有关部委组织的一次社会调查表明，我国青少年普遍比较缺乏创造力，只有近15%的青少年具有初步创造力特征。创造力特征是指三项基本能力：探索能力、与新事物相关的想象力和收集信息的能力。有关分析认为，过于严谨、思维定式、从众心理、信息饱和是创造性思维的四种主要障碍。这四种障碍在多数青少年头脑中普遍存在，并且随着年龄的增长，这一倾向将日益增强。由于中小学长期以来是以“应试教育”为中心，各科教育互相割裂，而大学则是承袭苏联时期培养“专才”为目标的教育体系，高校专业划分过细，所以培养出来的学生知识结构不合理，创造力受到很大限制。学生的现状和教育界存在的问题又成为加强创新教育迫切性的第三层原因。

因此，从历史到现实，从国外到国内，从国家到地方，从创新成果到创新教育，各个方面都反映出一个共同的问题，加强创新教育已是刻不容缓。

## 第二章 科学思维方法简介

### 第一节 科学思维方法的重要性和基本形式

创新是人的大脑的一个非常复杂的思维活动过程，只有掌握一定的科学思维方法，并用于创新活动，才能保证创新工作沿着正确的方向前进，保证最终获得一定的创新成果。本章主要对各种基本思维方法的特点和作用作一简介，以利于更好地将其运用于创新实践。

#### 一、科学思维方法的重要性

思维可解释为理性的认识，即思想；又可解释为人对客观事物理性认识的过程，即人们通过大脑的各种复杂的心理活动，把丰富的感性材料，通过由此及彼、由表及里、去粗取精、去伪存真的加工，揭露出不能直接感知到的客观事物的本质。思维不但可以能动地反映客观世界，也可以能动地反作用于客观世界。通俗地讲，思维就是思考。在日常生活中，大脑通过感觉器官接受各种信息，产生各种问题，结合大脑中已有的知识和经验，经过思考可回答产生的问题。因此科学思维方法在认识世界和改造世界的过程中起着重要的作用。

毛泽东同志曾说过：“我们的任务是过河，但是没有桥或没有船就不能过。不解决桥或船的问题，过河就是一句空话，不解决方法问题，任务也只是瞎说一顿。”〔《毛泽东选集》（第一卷）北京：人民出版社，1966，p.134.〕解决问题的方法取决于科学的思维方法。以往我国各级学校在教学中比较强调知识的传授，对科学思维方法的训练重视不够。因而培养出来的学生往往只知其然，不知其所以然，他们不了解知识的产生过程，对知识的形成缺乏感受和体验，对知识的社会意义和价值不甚了解。而在美国常采用“课题式”的教学方法，给学生一个课题，让学生自己去收集和研读资料，提出解决问题的方法，以完成课题要求。学生虽然学到的知识比较少，但思考得多，思维训练的机会多，分析、解决问题和创新能力得到提高。在历届国际奥林匹克知识竞赛中，我国中学生获得名次的次数和级别远大于美国中学生，可是美国科学家荣获诺贝尔奖的人数很多，而我国至今没有零的突破（指在国内本土工作的科学家）。这种情况，在一定程度上反映了我国培养的学生素质不全面，在思维方法方面训练不够。

我国著名科学家钱学森非常重视思维科学，把思维科学看作是现代科学技术的一个主要研究领域。现实生活中，有些人擅长逻辑思维，这种人对符号、词语等抽象的东西比较敏感；而有些人比较擅长形象思维，这种人对直观、形象的东西比较敏感。其实，无论是逻辑思维还是形象思维，都是科技创新中的主要思维方法，这两种思维方法的综合运用是取得科技成果的重要条件。科学中逻辑思维相对用得更多一些，艺术中形象思维相对用得更多一些。科学和艺术的交融，越来越受到人们的关注，并已成为当前世界科学文化发展的特征之一。诺贝尔物理学奖获得者李政道博士认为，科学和艺术不可分，他提倡科学和艺术的对话。这对于促进一个人的科学思维的全面发展，对于培养创新意识和创新思维无疑是很有益的。

#### 二、科学思维方法发展简介

科学思维方法不是大脑中固有的，也不是凭空想象出来的，而是在科学技术发展到一定历

史条件下，由于客观需要而被人们创造出来的，并且不断完善和发展。在不同历史时期都有不同代表性的思维方法。如古希腊自然哲学家德谟克利特（公元前 460 年～370 年）就提出归纳法和类比法；亚里士多德（公元前 384 年～322 年）创立了形式逻辑，并对演绎法作了深刻的研究。实验科学的创始人弗朗西斯·培根（1561 年～1626 年）进一步发展了归纳法；法国哲学家、数学家笛卡尔（1596 年～1650 年）强调的是演绎法。到了 19 世纪，美国科学家穆勒进一步完善了归纳法；马克思、恩格斯建立了唯物辩证法的哲学方法体系，对归纳和演绎、分析和综合等一些基本思维方法都作了精辟的论述。20 世纪中期，世界各国广泛地开展了创造理论和方法的研究，并加强了对形象思维和直觉思维的认识和应用。如今，自然科学的发展由以分化为为主的阶段，进入到既高度分化又高度综合、且以高度综合为主的阶段，并出现了信息论、系统论和控制论等方法论，科学思维方法由此进入到更高的层次。

### 三、科学思维方法的基本形式

不同思维方法各有自己的特点，从不同角度或以不同标准来划分，其分类情况也就有所不同。本书把科学思维方法简单地分为两大类：逻辑思维和非逻辑思维。

逻辑思维是根据事实材料，借助概念、判断、推理来反映现实的过程，是用科学的抽象概念来揭示事物的本质，表示认识现实的结果。逻辑思维是一种最常用的思维方法，比较、类比、分析、综合、归纳和演绎都是逻辑思维中一些基本的方法。

非逻辑思维不同于逻辑思维，它不需要像逻辑思维那样每一步都要有依据。它通常包括形象思维、灵感思维和直觉思维等三种基本形式。

在创新工作中，还经常用到逆向思维、发散思维、集中思维和辩证思维等几种思维形式，它们在创新中具有重要作用，在第四节中将另作介绍。

## 第二节 逻辑思维

逻辑思维主要包括形式逻辑思维和辩证逻辑思维两种形式。形式逻辑思维是逻辑思维的初级阶段，它把思维的内容和形式结构相对地分割开，仅从形式结构这一侧面来研究概念、判断和推理。辩证逻辑思维是逻辑思维的高级阶段，是从内容和形式结构的统一上来研究概念、判断和推理。

形式逻辑思维自亚里士多德创立以来，经过历代学者的发展和完善，已成为一个较为完整的体系，并且普遍为各门学科所采用。例如，数学、物理等教科书，大都是用形式逻辑构建起来的知识体系。

在科学技术发展的过程中，逻辑思维的作用是显著的，它是一种长期的、经常起作用的思维方法，也是人们最常用的一种思维方法。

下面我们就对逻辑思维中的几种基本方法分别作简单介绍。

### 一、比较

#### （一）比较的含义及基础

比较是确定研究对象之间相同点和差异点的一种逻辑方法。由于客观事物的多样性，每一种事物又具有多种属性，在不同的具体事物之间，既有相同的属性，也有不同的属性。事物之间的相同性和差异性，正是比较法的基础。

#### （二）比较的两种基本类型

每一个客观事物的存在都离不开时间和空间，也就是说，每一事物都是在一定的时间范围内存在于某一空间，因此基本的比较方法有横向比较和纵向比较两种。

横向比较：在同一时间内，对空间上同时并存的事物进行比较，以便认识和发现不同事物之间或同类事物在不同条件下的区别和联系。瑞典科学家林耐就是利用横向比较的方法对同一时期的大量生物进行比较，把主要特性相同的生物归类，从而确立了生物学分类系统。

纵向比较：对同类事物在不同时期的形态、属性等进行比较，以便发现和认识某一事物发展变化的特点和规律。达尔文用纵向比较的方法对不同时期同类生物的形态、属性和变化规律进行研究 经过 40 多年的积累，写成了《物种起源》一书。

### （三）比较的作用和局限性

有比较才能有鉴别。通过比较可以发现问题，可以改进和完善事物；通过比较可以进一步认识事物的性质，区分正误、好坏等等。因此，无论在日常生活、工作和学习中，还是在科学研究和创新中，比较都具有极其重要的作用。

1. 运用比较法，可以研究事物发展的历史进程和确定事物发展的先后顺序。例如，具有共同特征的事物，通常会有共同的起源，运用比较法可以研究事物的历史起源。比较法在地质学、生物学和天体物理学等学科中具有重要意义。

2. 运用比较法，将理论和实验进行比较，有利于促使新观点、新理论的诞生。17 世纪开普勒就是在别人大量观测事实的基础上，设想不同行星有不同的运动形式，并与观察事实进行对比，证明了行星只能沿椭圆形轨道运动，从而建立了行星运动第一定律。对此，爱因斯坦极为赞赏地写道：“开普勒的惊人成就，是证实下面这条真理的一个特别美妙的例子。这条真理是：知识不能单纯从经验中得出，而只能从理智的发明同观察到的事实两者的比较中得出。”

3. 比较法是类比法、分类法和分析法等方法的基础，是定性、定量分析方法的根据。比色分析法、光谱分析法都是将已知样品和待测样品进行比较才能得到测量结果的方法。

4. 运用比较法，有助于揭示事物在不同时期或不同事物之间不易察觉到的差异性和同一性，有助于运用创新技法求解难题。美国的富兰克林就是把天上的闪电和地上的电火花进行比较，找出很多相同点，否定了这是两种截然不同现象的看法，得出两者是相同现象的结论。又如，对不同厂家具有相同功能的产品进行比较，可以发现同类产品的各自优点，并通过置换、移植或综合等各种创新技法把所有优点集中在一起，从而创造出新产品。

比较法作为广泛使用的基本逻辑方法，也存在不足之处，因为任何比较都只能是局部的比较，不可能把各种事物的本质和规律都进行比较，再加之事物的多样性、复杂性，不可能做到全面地、深刻地比较。

### （四）使用比较的注意点

1. 对科学研究和创新工作来说，最重要的是在比较中能同中见异、异中见同，特别是从看似风马牛不相及的两个事物中找出相同点，从看起来完全相似的两个事物中找出不同点，用火眼金睛来明察秋毫，这在科学认识上具有重要的意义。近几十年发展起来的系统论、控制论和信息论就是得益于这种异中见同的深入的比较而发展起来的科学。例如，系统论就是通过对看似差别极大的各种系统，如电子工程、机械工程、人体和社会，进行深入比较研究，找出它们之间的共同点和变化规律，从而建立起来的广泛适用的理论。

2. 比较时，不能只局限于表面现象，而应抓住事物的本质进行比较，才能得出正确的

论。例如，在比较声波和光波时，不能只看到它们具有波动特性，都能用振幅和频率进行描述，就认为两者是同一种波。因此，只有从本质上进行比较，才能认识到光波是电磁波，而声波是在弹性介质中传播的机械波。

## 二、类比

### （一）类比的含义及基础

类比是以比较为基础的一种逻辑推理形式，它是通过对两个或两类研究事物进行比较，找出它们之间的相同点或相似点，并以此为根据，把其中对某一个或某一类事物的有关知识和结论，推广到另一个或另一类事物中去；或者由两个事物的规律相似，而推论出它们的属性相同或相似的结论。用简单的形式可说明如下：

甲事物有属性A、B、C、D 乙事物有属性A'、B'、C' 所以 乙事物也可能具有属性D'。

其中A、B、C、D分别和A'、B'、C'、D'相似或相同，这是一种由个别到个别，或由一般到一般的推理形式。例如，地球和金星两颗行星有三个相似点：(a)都绕太阳沿椭圆形轨道运动；(b)都是球状体；(c)都反射太阳光。另外，地球是绕自身的轴旋转，按上述类比推理可得出推论：金星可能也绕自身的轴旋转。

在自然界中，不同事物之间存在某种同一性。事物之间的同一性可表现在形式上，也可表现在内容上；可表现在量上，也可表现在质上。此外，事物本身的各种属性是相互联系、相互制约的，因此，如果两个事物在一系列属性上相似或相同，那么它们在另外一些属性上也可能相似或相同。事物的同一性是形成类比推理的客观基础，也为运用类比推理认识世界、改造世界提供了条件。

### （二）类比的范围和特点

类比可在两个或两种同类事物之间进行，也可在不同类的、甚至差别很大的事物之间进行；进行类比的属性和关系可以是本质的，也可以是表面现象的；类比事物之间的相似点可以是一个，也可以是多个。这些都是类比的范围。

类比的特点是：类比推理不完全受逻辑推理的束缚，有利于研究人员充分发挥创造思维的作用，在较大的范围内把不同事物联系起来进行类比。更重要的是，类比是把熟悉的事物和陌生的事物进行类比，把已有的认识推论到未知的事物身上，从而为研究未知事物，提供了极具启发性的认识方法。康德曾说过：“每当理智缺乏可靠的思路时 类比这个方法往往能指引我们前进。”

### （三）类比的作用和局限性

1. 类比是技术创新的重要方法。类比是一种富有创造力的发明方法，它既有利于调动人的统摄思维能力，异中求同，同中求异，形成解决问题的新思路，又有助于发挥人的想象力和联想能力，提出新的创造性设想。在科技发展史上，有很多创新得益于类比。例如，日本研究人员研究运输液态空气方法时，就是通过与硝化甘油的类比，解决了运输难题。诺贝尔发明炸药后，为了防止硝化甘油在运输途中爆炸，他采用硅藻土来临时吸附硝化甘油的方法。通过类比，液态空气和硝化甘油具有相同点：它们都是液体，都易爆炸。于是，把解决硝化甘油爆炸问题的方法，推广到液态空气，用硅藻土吸附液态空气，就有可能解决液态空气运输过程中的爆炸问题。这一类比推论，经试验证明是行之有效的。泡沫塑料、气泡混凝土也都是通过与面包生产工艺的类比而制造出来的。

2. 类比是提出科学假设的重要手段。在科学发展史上，许多重要的科学假设都是运用类比方法建立起来的。历史上，对光的本性的认识，经历了由微粒说到波动说，最后再到光的波

粒二象性的认识过程。法国科学家德布罗意由光的本性联系到一直被认为是粒子的实物微粒（如电子），是不是也具有波动性呢？并且联系关于光子的两个公式： $E = h\nu$ 、 $p = \frac{h}{\lambda}$ 。是不是也适合实物微粒呢？德布罗意根据类比推理提出了物质波的假设，即实物微粒也具有波动的特征。此假设为以后的实验证实，为此，德布罗意获得 1929 年诺贝尔物理学奖。

3. 综合类比是进行模拟实验的客观依据。根据两个考察事物的多种属性的综合相似（即满足相似定律），可把一个事物的多种属性和关系外推到另一个事物，这是一些学科中模拟实验的依据。例如，光测力学中用环氧树脂按一定要求模拟实物做成模型（满足相似定律），通过模型的应力分析来推论实物的受力状态，这已成为一种有效的实验方法。

当然，类比也有一定的局限性。由于类比推理的条件和逻辑根据是不充分的，它的推论不一定都正确。一是因为两个事物之间不仅存在同一性，也存在差异性，同一性为类比提供了根据，而差异性则限制了类比的可靠性。在没有了解两个事物属性之间联系的性质前，就不能仅仅根据两个事物某些属性相似，而推断其他属性也必然相似。二是因为类比推理的逻辑根据不充分。因为相似属性和推论出的属性之间不一定有必然的联系，类比只是根据简单的比较而进行推理，并未掌握事物属性之间的逻辑联系，所以，类比推理的结果具有偶然性，可能是正确的，也可能是错误的。

### 三、分析和综合

整体和部分自然界普遍存在的一对矛盾，客观事物都是由各部分组成的统一整体。分析和综合就是以整体和部分的为基础，相互依存、相互联系的两种思维方法。

#### （一）分析

##### 1. 分析的含义和特点

任何一个客观事物都是由各个部分和各种要素组成的、复杂的、有机联系的整体，同时，它又和其他事物处于相互联系之中，因此，对于这个整体，仅凭直观是无法认识它的各种属性和本质的。为了从整体上揭示和把握研究对象的属性和本质，必须首先了解组成整体的各部分或要素的性质和特点。所谓分析，就是把客观对象分解成一定的组成部分或要素加以认识的一种思维方法。分析方法的作用在于使认识从整体深入到局部，对局部结构和性质的分析是认识整体的基础。分析，不是简单的分割，分只是形式，析才是实质。通过事物的表面现象或组成揭示事物的本质和规律，才是分析的目的。

分析法的特点：一是暂时地分割，变整体为部分，变复杂为简单，化难为易；二是要在深入事物或现象的内部、掌握各个细节的同时，排除各种干扰和影响因素，透过事物的现象揭示本质和规律，这是分析的精髓。因此，分析法在科学研究和创新工作中具有极其重要的作用。

##### 2. 分析的作用

1) 分析法对现代科学的建立和发展起着重要的作用。经典力学的开创者和实验科学之父——伽利略在研究自由落体运动和惯性运动方面都取得了出色的成就，在此基础上，他对抛体运动又进行了深入的分析研究。例如对炮弹的运动，他的观点不同常人，他把炮弹的抛体运动分解为两个分运动，一个是水平方向上的分运动，一个是竖直方向上的分运动，炮弹的运动轨迹就是两个分运动合成的结果。同时他又把炮弹理想化，将它看作是一个没有形状和大小质点，且排除各种因素（如风力、风向、空气的阻力和炮弹的转动）的影响，在不同发射角条件下计算炮弹的水平射程和高度，发现当初速度一定时，以  $45^\circ$  发射角与水平方向的夹角射程

最大。这种抓住主要矛盾，对物体进行受力分析的研究方法，对经典力学的开创有着重要意义。有些学者认为没有分析法就没有现代科学，这话看来是有道理的。人们在相当长的时间内，对各种基本粒子分别进行分析，为最终认识它们之间的相互联系创造了条件。

2) 分析法是学习、工作和生活中常用的方法。例如，做电学实验时，将整个电路分割成几个回路分别进行检查分析就是一种快捷的方法；要了解和掌握一个较为复杂的仪器，如分光计，一般要把它分成各个部件（望远镜、平行光管、小平台和度盘）来逐一认识；在实验中分析误差时，需要分别考虑系统误差、随机误差和过失误差等。我们平时认识一个事物时，总要逐一分析它的优、缺点后，才能对它形成一个比较完整的认识。因此，可以说，分析法无处不在。

### 3. 分析法的局限性

分析法侧重研究部分，只能用它认识事物的部分，不能用它认识事物的整体。如果忽略这一点，就会只见树木不见森林。一个生态系统，其中包括微生物、植物、动物、人和无机自然界，如果只对各部分进行研究，而不从相互联系、相互作用和相互依存的整体角度去研究，就不可能对整个生态系统作出正确的判断。为了避免分析法的局限性，必须使认识进一步深入，即从分析走向综合，从认识局部到认识整体。

## (二) 综合

### 1. 综合的含义和特点

综合是指在分析的基础上，把研究对象的各个组成部分和各种要素，通过概括和总结，再组成有机的统一整体，从总体上揭示和把握事物性质和规律的一种思维方法。

综合和分析相反，它是从整体上，从事物内部的有机联系方面来把握和研究事物，是变局部为整体，变简单为复杂。由于是从整体上认识事物的本质和规律，综合比分析更深刻、更高级。综合不是把各部分机械地、简单地拼凑和堆砌，而是将各部分有机地结合。因此，作为综合的整体具有各部分单独存在时所不具有的性质。如 $\text{CO}_2$ 分子，就具有单独的碳原子和氧原子所不具有的、一种新的性质，这种性质就是由碳原子和氧原子相互结合构成一个新的分子所表现出来的。

### 2. 综合的作用

在长期的自然科学发展史上，比较有影响的科学理论，例如，哥白尼的太阳中心说、麦克斯韦的电磁理论、达尔文的生物进化论的创立，一般都离不开综合的运用。

著名化学家门捷列夫发现元素周期表就是利用综合取得辉煌成就的例子。在 19 世纪 60 年代以前，人们通过对单个元素的局部研究，认识了 60 多种元素，许多人对它们进行了总体研究，但都未成功。门捷列夫认真分析了前人的工作，对各种元素进行比较、核对和验证，去粗取精、去伪存真。他在研究各元素的原子量和原子价的关系时，发现各元素的原子量可以相差很大，但原子价变化不大，并且有不少元素的原子价相同，通过对各元素原子量、原子价和化学性质的综合考察，发现原子价对元素的化学性质起重要作用。门捷列夫在分析的基础上进行综合，坚信各种元素的性质有周期性变化的规律，并于 1869 年发表了世界上第一张元素周期表。

在文艺复兴以后，分析法在科学技术中大为盛行，把一门无所不包的自然哲学分门别类，划分为数学、物理、化学等许多门学科。在研究中，寻根究底，对物质的研究由分子到原子，再深入到原子核、基本粒子，这种由整体到局部的研究方法，在各个方面都取得了巨大的成就。随着现代自然科学研究的深入，研究对象也愈来愈复杂，边缘科学、交叉科学相继出现，生命奥秘、大脑功能、人工智能、环境科学这些“大系统”的研究已提到议事日程，它们包括为数众多的部分和影

响因素，并且大系统内各部分彼此间有着复杂的联系，单靠分析法已难以解决问题，综合的研究更为重要。

综合法在 20 世纪的科技创新中已发挥了重大的作用。很多科学技术的重大成果都是运用综合法而取得的，阿波罗飞船、人造地球卫星，都是由各种成熟的技术组成的，没有一部分是新的发明。通过综合已有的技术来开发新的技术产品，已成为当今技术创新的主要方式。

### 3. 分析和综合的辩证关系

分析和综合的客观基础是事物整体和部分的相互依存、相互联系的矛盾统一，因此，分析和综合是既对立又统一的两种思维方法，要达到认识的深刻性和整体性，必须把它们结合起来。

1) 分析和综合的辩证关系首先表现在两者的相互依存、相互渗透。没有整体就无所谓部分，没有部分也不能形成整体，所以分析离不开综合，综合也离不开分析。例如，人们对光的本性的认识争论了几百年，先是通过大量的实验和分析，认识了光的波动性和粒子性，然后进一步综合，才获得对光的波粒二象性本质的认识。

2) 分析和综合的辩证关系还表现在两者可以相互转化。一般情况下，在认识过程的前期，是以分析为主，综合为辅。如对各种化学元素的认识，在 19 世纪 60 年代以前都是逐一认识各种元素的，当对研究对象的认识达到一定程度时，要以综合为主，元素周期表于是就应运而生了。此后，在元素周期表的指导下，人们展开研究，发现或预言了一些新的元素，这时，分析又成为主要方法。这种螺旋式的上升，使人们对事物的认识不断深化。分析——综合——再分析——再综合，这就是科学认识的发展过程。

## 四、归纳和演绎

人们对周围客观事物的认识过程，基本上遵循从个别到一般，再从一般到个别的过程。归纳和演绎就是与这两个过程相对应的两种逻辑思维方法。个性和共性的辩证统一就是这两种思维方法的客观基础。

### (一) 归纳

#### 1. 归纳的含义和种类

归纳是指把一些个别的经验事实和感性材料进行概括和总结，从中抽象出一般结论、原理或规律的推理方法，它是从个别到一般的推理方法。

任何事物都是个别和一般、个性和共性的辩证统一，个别中包含着一般，个性中包含着共性，这是归纳法的客观基础。但是，个性比共性更丰富，有些属性不为同类事物所共有，因此，归纳法具有或然性。例如，人们从经验事实中知道铁、铜、金、银等都是固体，由此归纳出金属都是固体的结论。显然，这一结论就具有或然性。后来发现汞（水银）虽是一种金属，但它是液体。所以在归纳法中，前提和结论都不是必然的，这一点在运用中必须注意。

根据归纳法概括的对象是否完全，可分为完全归纳法和不完全归纳法两种。

完全归纳法是指根据列举出的某类事物的所有对象，概括出一般结论的推理方法。由于是概括了所研究的一切对象，才作出的一般性结论，所以，综合是必然性的推理。例如，锐角三角形、钝角三角形和直角三角形的三内角之和都是  $180^\circ$ ，于是可归纳出：所有三角形三个内角之和是  $180^\circ$ 。在研究对象不多的情况下，才能应用完全归纳法。由于这一条件不易满足，所以该方法用得较少。

不完全归纳法是指人们根据对某一类事物中部分对象具有的共同属性，概括出这类事物都具有某种属性的推理方法。不完全归纳法又分为简单枚举归纳法和科学归纳法（判明因果联系

法 两种。

简单枚举归纳法（又称枚举归纳法）是指通过对某类事物中部分对象的考察，发现一些属性在一些同类事物中不断出现，又未遇到不同的例子，从而概括出这类事物一般性结论的归纳法。对太阳黑子变化规律的认识就是简单枚举归纳法的范例。19世纪人们通过对太阳的长期观察发现太阳每11年就有一次大的活动期，活动期中太阳表面出现大量黑子。在观察期间内，未出现反例，因此归纳出：太阳每隔11年有一次大的活动期。后来经过1947年、1958年、1969年和1980年的几次观察验证，这一简单枚举法的结论被证实。当然简单枚举法也具有偶然性。

科学归纳法是指根据对某类事物中部分对象的本质属性和因果关系的研究，判明事物间的内部联系，也就是从事物的因果关系中揭示出研究对象的规律性，从而作出这类事物一般性结论的归纳法。因为因果关系是反映客观事物内部所固有的必然联系，所以科学归纳法具有必然性。例如，根据长江以北和长江以南的向日葵都有向阳的基本属性，判断太阳和葵花的朝向之间有一定的因果关系，从而推出所有向日葵都是向阳生长的。根据判明因果关系的不同方式，科学归纳法又可分为求同法、求异法、同异并用法、剩余法和共变法五种。

## 2. 归纳法在科学认识中的重要作用

1) 利用归纳法可从个别的经验和知识中寻找和发现具有普遍性的理论。科学发展史上，许多经验公式和定律的发现、科学假设和猜想的提出，都和归纳法分不开。特别是在古代和近代，由于科学技术水平较低，科学发现主要依靠对客观事实的观察和材料的归纳整理。例如，开普勒经过数十年的天文观察，结合前人的成果，通过概括归纳发现了行星运动的轨道定律、周期定律；伽利略在实验的基础上，归纳发现了自由落体运动定律、惯性原理等；牛顿把开普勒的天体运动规律和伽利略的地球上物体的运动规律加以归纳，发现了运动三大定律和万有引力定律。又如，上海水文地质大队研究人员，为了探索上海地面沉降的原因，做了大量的调查研究工作，把上海开采地下水和地面沉降的历年情况做了归纳比较，最后得出的结论是：地下水开采过多。通过控制地下水的开采，地面沉降得到了有效的控制。

2) 归纳法在实验性较强的研究工作和生产实践中应用较多。通过归纳总结，可以得到富有启发性的结论。例如，种豆类植物无需施氮肥，这是因为人们通过很多事实或材料归纳出，豆类植物的根瘤有吸氮固氮的作用。

## 3. 归纳法的局限性

归纳法只对经验事实或观察材料等进行归纳性总结，不利于认识事物的本质；归纳法有可能把不属于全体对象所有的个别属性当作共同属性加以归纳，或把不反映事物共同本质的现象当作共同属性加以归纳，得出一般结论。另外，客观事物和现象既存在同一性，也存在差异性，如把事物或现象间的差异性当作同一性来概括，就会得出错误结论。

## （二）演绎

### 1. 演绎的含义和推理结构

演绎是指从已知的一般原理、定理或规律出发，得出新结论的一种逻辑思维方法。它是从一般到个别的推理方法。演绎的客观基础是：一般存在于个别之中，共性存在于个性之中，一般事物或现象的共有属性存在于每一个个别事物或现象中。演绎推理揭示了一般和个别的必然联系，只要推理的前提真实，推理的形式正确，那么它的结论就必然真实。

例如：大前提：运动能增强人的体质

小前提：走路是一种运动

推论：走路也能增强人的体质

又如：大前提：任何物体之间都有引力

小前提：太阳和地球是物体

推论：太阳和地球之间有引力

·由上面的例子可知，演绎推理一般可分为三个部分，第一部分是反映一般规律的大前提；第二部分是在大前提范围内的个别事物；最后一部分是由前面两个前提得出的结论，即把一般的规律推广到个别事物的结论。

## 2. 演绎的主要作用

1) 演绎法为自然科学中假设的提出、自然科学的发展提供有力的工具。例如，20世纪30年代，科学家就是根据能量守恒定律，运用演绎法，预言了中微子的存在。当时人们在 $\beta$ 衰变过程中，发现放射出来的电子所带走的能量小于原子所减少的能量，泡利就预言，还存在一种尚未发现的微小中性粒子，它们带走了发射 $\beta$ 射线的原子所损耗的能量。在几十年后，人们在高能物理实验和太阳辐射中都发现了中微子，从而证实了泡利的预言。门捷列夫根据化学元素周期表，通过演绎推理，不仅预言镓、锗等当时尚未发现的元素的存在，而且还预言了这些元素的性质，结果后来都被一一证实。

2) 演绎法是逻辑证明和反驳的有力工具。数学上的推导规则都具有确保真值传递的性质，所以演绎法成为数学中的有效推理手段。伽利略运用演绎推理反驳了延续千余年的有关落体运动的错误结论，它就是演绎法成功范例。公元前4世纪亚里士多德提出物体下落速度与其重量成正比的理论，伽利略不但用实验推翻了这一观点，还用演绎法进行了反驳。伽利略假设有两个物体A和B，物体A重于物体B，两者捆在一起从同一高度下落，如果按照亚里士多德的理论，因为(A+B)的总重大于A，那么物体(A+B)的下落速度应大于物体A单独下落的速度；另外，物体B比物体A轻，它的下落速度应小于物体A的下落速度。两物体捆在一起后，物体B就要拖住物体A降低物体A的下落速度，即物体(A+B)的下落速度应小于物体A的下落速度，所以按亚里士多德的观点就会得出自相矛盾的结论。究其原因是大前提错了，即物体下落的一般规律错了，导致推论自相矛盾。

## 3. 演绎法的局限性

首先，演绎法要求大前提必须正确，但大前提是否正确，在演绎范围内无法解决，必须依赖其他方法。其次，一类事物的共性，不能完全包含其中任一事物的个性，仍然存在共性和个性、统一性和差异性的矛盾。因此演绎法只能推理共性和个性统一的方面，不适合共性和个性的差异性或对立的方面。第三，演绎法是属于创造性较少的一种思维方法，它的推论已包含在大前提之中。

## 4. 归纳和演绎的辩证关系

1) 演绎以归纳为基础。如果不对大量的事实或材料进行归纳，从而得出一般性的原理或规律，演绎推理就成为无本之木、无源之水。

2) 归纳以演绎为指导。归纳是从个别到一般，具有一定的独立性，但是如果没有以正确的理论作指导，就会成为盲目的归纳，就会陷入“知其然而不知其所以然”的表面现象的罗列，不能得出正确的结论。

3) 归纳和演绎在一定条件下可以互相转化。在科学发展过程中，曾出现“归纳万能论”和

“全演绎论”两种片面性论断。由于个别和一般存在对立统一关系，归纳和演绎也是对立统一的。由归纳法推出的一般性结论，可成为演绎推理的大前提，则归纳转化为演绎。再以此一般原理为指导，对新的大量事实或材料进行归纳，又可得到新的一般性结论，演绎转化为归纳。归纳和演绎互为条件，在一定的条件下，双方的地位可互相转化。在此过程中，人们对客观世界的认识也不断深化。

### 第三节 非逻辑思维

逻辑思维在科学技术发展的早期就已出现。长期以来，人们一直认为逻辑思维是人类唯一的一种思维形式。进入 20 世纪后，科学技术和创造发明成果层出不穷，人们对思维科学也开展了深入的研究，逐步认识到形象思维、灵感思维、直觉思维等非逻辑思维形式和逻辑思维一样，也都是人类的基本思维形式。

#### 一、形象思维

形象思维是指在感性认识的基础上，通过联想、想象来揭示客观对象的本质和变化规律的一种思维形式。它是以形象（图像、符号、模型或实物等）作为大脑输入、存贮、加工和输出的信息。形象思维是以形象或形象组合的方式来反映客观事物，而逻辑思维是以概念或概念的联系方式来反映客观事物。辩证唯物论中指出，事物的本质是通过具有一定直观性的现象反映出来的，事物的现象和本质的辩证联系，正是形象思维发挥作用的客观基础。

从事文学艺术工作的人常用形象思维进行创作。其实，形象思维在其他各种学科中也被普遍运用。机械工程师要画三维视图、装配图；建筑工程师要画结构图、施工图；物理教师要画受力分析图、光路图、电路图。形象思维在科学理论、工程技术和科技创新中，都具有极其重要的作用。

联想大都是在两个事物之间的联想，而事物都有一定的形象，因此联想主要是以形象作为信息来进行联系、比较、转换的。想象是对各种形象信息进行加工、重组或提出事物的新形象。联想和想象是形象思维的主要内容，下面分别作一介绍。

#### （一）联想

##### 1. 联想的含义和作用

联想是指大脑在对信息进行加工时，从一个事物（或概念）联系到与它相关的另一个事物（或概念）的思维活动。两个事物之间必须要有一定的相关性，这是联想的基本特点。这种相关性可表现在功能和结构上的相似，时间和空间上的接近，两个事物之间的因果关系，两个事物对立统一的关系上。联想可以是主动的，也可以是被动的，在外来信息的激发下突然发生。并且，联想的事物一般是未知的、待求解的，而被联想到的事物往往是已知的、熟悉的。联想的主要作用是：第一，联想可使思维在广阔的空间和时间领域内跃迁，使人思路开阔，容易获得新思路、新设想。第二，由于被联想的对象，一般是已知的、熟悉的事物，通过和原有事物比较、类比，可借助已知事物去认识未知的事物，从而在创新工作中发挥重要的作用。

##### 2. 联想的几种类型

1) 接近联想。指把在时间上、空间上比较接近的事物联系起来进行思考的联想。例如，说起上海的人民广场就容易联想到上海大剧院；遇到中学校友就会想起中学时代。从一种事

物联想到多种接近的事物，通过比较、判断，就能够得出一种好的想法、好的设计。例如，居民住房楼梯上节能灯的自动控制就是综合考虑时间、空间的要求，采用声、光双控实现的。

2) 相似联想。指从某一事物想到在某些方面与它具有相似特性或特征的另一事物的思维活动。通过已知事物和未知事物的功能相似或结构相似，可对未知事物进行求解，这在创新工作中具有重要意义。例如，1891年美国工程师C·E·道立安一直在思考如何将汽油以雾状送入汽车发动机的气缸中去，当他有一天看见妻子用喷雾器往身上喷香水时，立即想到了解决汽油雾化的方法。运用相似联想时，要善于从表面上看来差异极大的事物间看出相同点，做到异中求同。例如，在仿生学中，可以借鉴蝙蝠利用发出和接收超声波避开障碍物飞行的原理，通过功能相似联想，制成盲人走路用的超声波手杖。

3) 对比联想。指从一个事物想到另一个与它具有相反性质的事物，或从事物的一种属性想到相反属性的一种思维活动。对反粒子的预言就是运用对比联想的成功例子。1930年英国物理学家狄拉克预言了正电子（和电子极性相反）的存在，两年后，这一预言被美国安德逊的宇宙射线实验所证实。对比联想，可把人们的思维从一个方向引向对立的、或目前尚未知晓的另一方向。这种思维具有一定的挑战性色彩，有利于大幅度转换思维方向，打破常规，出奇制胜而获得新的设想。

4) 因果联想。指从一个事物想到与它有原因关系的另一事物，或想到它将产生怎样后果的思维活动。前者也称溯因联想，后者称求果联想。因果联想是一种重要的思维方法，在新产品开发、改进产品质量方面，在科学发现、探索客观规律方面，在捕捉异常现象方面，在创造发明方面，都具有重要的作用。

## （二）想象

### 1. 想象的含义和作用

想象是指大脑把来自客观世界的各种信息（感性认识、概念、知识等）理想化地、任意地进行改造和重组的思维活动。人们在现实生活中，受到的各种限制很多，并不“自由”，因此在不同的时代、不同的条件下会产生各种不同的想象，来解释自然现象，以满足人们的精神寄托和需要。古人对电闪雷鸣解释不了，就想象在天上存在“雷公”、“电母”；在日常生活中，耳闻目睹经常受到限制，人们就想象出“千里眼”和“顺风耳”来超越现实生活中的不足。在科技日益发达的今天，人们又想象在月球上建造地球村。各种各样的想象都和现实有一定关系，但却超越现实，这主要是因为在大脑中进行的理想化构思，是把各种信息进行任意的组合或重建，从而得到比现实更好的结果。相对说来，科学研究中的想象，往往还是有一定的科学根据的。例如，牛顿曾想到：“如果一个人站在高山之顶，沿水平方向抛掷石块。抛出的初速度越大，抛掷的距离就越远，当速度足够大时，就会把石块抛到地球边缘之外，这时，石块就会像月亮一样围绕地球旋转。”这一想象正是出自在地球上抛掷石块的事实。牛顿把地球和石块、地球和月亮之间的关系进行类比后，产生出在速度足够大时，就能把石块变为地球的“月亮”的想象。这种设想超出当时常规的看法，属科学预言的一种想象。

想象力和想象有所不同，它比较强调想象的结果（产生出事物间的新联系，提出了新的问题、新的方案、新的设想）。只有能输出信息的想象能力，才能称为想象力。

想象无论是在科学研究、创造发明，还是在文艺创作中都具有重要的作用。法国著名作家巴尔扎克曾说过“文学是庄严的谎话”，这里的“谎话”是指虚构、想象。许多电视、电影的开场白，就直接了当地说：“本故事纯属虚构。”文艺创作常采用各种想象进行构思，例如