****

**材料化学专业**

**创新思维实践**

**教学指导手册**

**刘元隆 编**

**2009年7月**

# 前 言

创新思维实践是材料化学专业教学过程中一个重要的实践性教学环节。目的是培养学生综合运用所学的基础理论、专业知识和基本技能，提高学生发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的能力，增强学生创新思维意识，提高学生创新实践能力。

为加强“创新思维实践”实践课程规范化管理，使学生了解一些常见创新思维方法——特别是一些非逻辑思维方法，在创新思维实践中有章可循，并得到及时有效的帮助和指导，从而促进创新思维实践活动质量的提高，根据我校的实际情况，并吸收国内实践活动的管理经验，编印本《创新思维实践教学指导手册》，供材料化学专业师生参考和查阅。

熊联明教授在百忙中审阅了本《手册》，在此表示感谢！

在本《手册》执行过程中，如有好的建议和意见，敬请不吝赐教，以便再版。

编者

2007.10于南昌红角洲

# 再 版 前 言

本指导书经两届同学使用，现根据新的教学要求和使用中发现的问题修订再版，主要在两方面：一是重新编写了教学大纲，将原来的两份大纲变成一份，大纲在学时上，根据2008级新的培养计划，增加一周创新思维方法学习体会撰写，加强创新思维方法训练。二是考虑到创新思维实践离不开实验，因而在常见创新思维方法中增加了实验部分，就实验的含义、特征、作用进行了说明。

本指导书虽经修改，肯定还有不足之处，望使用者不吝赐教，以便再版。

编者

2009.7于南昌红角洲

目 录

1．前言………………………………………………………………1

2．教学大纲…………………………………………………………3

3．常见创新思维方法………………………………………………5

3.1、创新与创新思维……………………………………………… 5

3.2、思维方法与创新思维方法……………………………………8

3.3、发散思维与聚合思维…………………………………………14

3.4、灵感思维与直觉思维…………………………………………19

3.5、联想思维和想象思维…………………………………………26

3.6、求同思维和求异思维…………………………………………36

3.7、纵向思维与横向思维…………………………………………41

3.8、正向思维与逆向思维…………………………………………44

3.9、实验……………………………………………………………51

4．报告撰写要求……………………………………………………55

5．参考文献…………………………………………………………58

附录1：封面封底格式………………………………………………59

附录2：书写样式……………………………………………………61

2.教学大纲

**创新思维实践**

The Practice of Innovation Thought

【学分】7 【参考学时】7周

（一）授课对象

四年制本科材料化学专业

（二）课程的性质和地位

创新思维实践是材料化学专业的重要实践性教学环节，目的是使学生通过实践来了解和初步掌握创新思维方法和科学研究的过程，学会正确的科学思维，增长科学技能，提高科学的鉴赏力，并为毕业论文的撰写打下扎实的基础。

（三）课程教学目标

通过本课程的学习，培养学生查询、阅读文献的能力；培养学生设计、拟定实验方案和实验计划的能力；提高学生的实验操作能力；培养学生分析综合问题的能力；培养学生处理实验数据及科技论文写作与表达的能力，达到提高学生创新思维能力。

（四）教学内容

教学环节包括创新思维实践（Ⅰ）、（Ⅱ）二个阶段。

创新思维实践（Ⅰ）时间为3周，包括自学创新思维方法、听学术报告、写体会、设计实验方案四个步骤；创新思维实践（Ⅱ）时间为4周，包括创新实验、实验论文撰写两个步骤。

学生通过指导手册的学习、听报告和查阅相关资料，写一篇3千字左右的关于创新思维方法学习的认识体会小论文；

学生与指导老师商量，查阅文献资料，在掌握了大量文献资料的基础上，设计一套具有创新性的材料研究实验方案，或设计一种新颖、独特（功能、性能、结构）材料，并进行论述，写出3-5千字的文字材料，重点论述应用了什么创新思维方法来设计该方案或材料，方案或设计的创新点在哪里？此方案或设计可作为创新思维实践Ⅱ的准备工作。

开展课题的实验研究工作，包括试验装置的搭建，材料合成、材料性质和性能的表征，实验结果的合理分析与讨论。

根据科技论文的基本格式，就自己的试验现象和试验结论写出合格的科技性论文或阶段性成果报告。

（五）教学实践环节安排

综合研究性试验（15天）。

（六）教学方式与习题要求

主要采用讲授和自己查阅文献以及动手试验相结合的方式进行教学，习题主要是在查阅文献的基础上提交一篇关于创新思维方法学习的认识体会小论文和在完成试验后的一篇科技性论文或阶段性成果报告。

（七）考核办法

创新思维实践分两个阶段进行，创新思维实践（Ⅰ）完成后，根据学生关于创新思维方法学习的认识体会小论文和实验方案来对学生成绩进行评定。由指导教师初步给出成绩，最后由系汇总确定每个学生的创新思维实践（Ⅰ）的总成绩，3个学分；创新思维实践（Ⅱ）完成后，由指导教师根据学生的实验态度、实验操作熟练程度、数据处理、撰写科技性论文或阶段性成果报告的质量初步给出成绩，最后由系汇总确定每个学生的创新思维实践（Ⅱ）的总成绩，4个学分；成绩以百分制计。

（八）主要教材及参考书

1. 刘元隆编，材料化学专业创新思维实践教学指导手册，2007年

2、李淑文，创新思维方法论， 北京：北京广播学院出版社，2005年

3、段福德，创新思维的自我修炼，北京：中国社会科学出版社，2002年

4、梁良良，创新思维训练，北京：中央编译出版社，2000 年

5、维普数据库，万方数据库相关的文献

6、[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)数据库中相关的文献

（九）学时分配

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 教学内容 | 学时  分配 | 其 中 | | | |
| 讲授 | 实验 | 上机 | 其他实践 |
| 1 | 科研报告 | 5天 | 5天 |  |  |  |
| 2 | 自学创新思维方法、写出体会论文 | 5天 |  |  |  | 5天 |
| 3 | 设计实验方案 | 5天 |  |  |  | 5天 |
| 4 | 实验工作 | 15天 |  | 15天 |  |  |
|  | 论文（报告）撰写 | 5天 |  |  |  | 5天 |
| 合 计 |  | 35天 | 5 | 15天 |  | 15天 |

（十）其他说明：

指导教师的职责：

1.根据培养计划和本大纲的要求，指导学生；

2.对学生在学习、设计方案、实验中遇到的问题进行指导、解答。

3.检查学生的工作态度，工作质量，指导学生撰写科技性论文或阶段性成果报告。

4.初步评出学生的成绩。

**3.常见创新思维方法**

**3.1创新与创新思维**

**3.1.1 创新的含义**

创新，英文单词是“innovation”，在英语里的意思是更新、变革、制造新事物。其汉语词义是创造与革新，是抛开旧的，产生新的。早在古代的《周易》中，我国的先哲就曾提出“革故鼎新”，“革”即去故，“鼎”即取新。20世纪初，美国哈佛大学教授、美籍奥地利经济学家约瑟夫熊彼特首次从经济领域提出创新理论。他所提出的“创新”概念，包括五种情况：①创造一种新的产品；②采用一种新的生产方法；③开辟一个新的市场；④取得一种新的供给来源；⑤实现一种新的产业组织方式。熊彼特的创新概念，过于强调经济学上的意义，忽视了更广泛意义上的创新。

创新是指从产生新的构想、新的观念、新的理论、新的决策、新的规律、新的方法、新的设计、新的解释、新的知识、新的思想到这些新的观念、新的思想在实践中运用的过程。创新的成果当其体现在创新思维成果时，即认识成果；而当体现在将创新思维成果应用于实践所获得的创新实践成果时，即事实成果。

与创新概念相对应的概念是维持，即维持原有的思想、观念、思维方式与思维方法。因此，维持与创新是一对矛盾，是对立统一的关系。从辩证逻辑的角度看，人类认识活动和实践活动的基本内容可以看作为维持与创新的矛盾统一体。因为，任何思想、观念、事物、过程都是在维持或创新中产生与发展的，适度的维持与适度的创新是思想、观念、事物、过程发展的结合。从量变质变规律的角度讨论，维持是事物发展的量变，创新是孕育在事物发展中的质变。

“新”的东西是从“旧”的东西上产生的，因此创新要依赖于创新者本身的知识结构和创新能力。创新能力是指人类创造性地发现、提出、分析和解决问题的能力，是人产生新思维、创造新事物的能力。根据创造心理学的研究，创新主体的创新能力主要包括：发现问题的能力，探索问题的能力，统摄思维活动的能力，思维的灵活能力，产生新思想的能力，预见未来的能力，知识与经验的使用能力，侧向思维、形象思维的能力，假设与方案的想像能力，对不同假设与方案的评价与判断能力，对所选择方案与假设的逻辑证明与实验验证能力等。创新能力既包括人的认识能力，又包括人的实践能力，是一种综合能力。创新能力是人的能力中层次最高的能力。

创新能力来源于一个合理宽广的知识结构，同时也依赖于探索未知世界玄妙的生动思维，如联想、类比、猜测、直觉、顿悟、灵感等。因此创新是知识结构和创新能力的合成。

创新思维能力是创新能力的精髓与核心。因为没有思维中的创新，就没有实践中的创新。俗话说得好：不怕做不到，就怕想不到；只有想得到，才能做得到；只有想得好，才能做得好。

**3.1.2 创新思维的含义**

创新思维是一个复杂的系统过程。它是发挥人的自主创新能力，以超越常规的眼光从特异的角度观察思考问题、提出与众不同且又能经得起检验的全新观点、全新思路、全新方案解决问题的思维方式。因此，创新思维即是抉异探怪，另辟蹊径，疑人所不疑，想人所未想，明人所未发，创人所未有。如果说，思维是地球上最美的花朵，那么创新思维就是最美花朵中的奇葩。它是思维中的精品，是智慧的结晶。在人类社会发展中，它是人类创造力及创新活动的思维基础，尤其在以知识创新和智力竞争为标志的现代社会发展中，有着极其重要的作用。

创新思维活动是在人的大脑中进行的，是一种非常复杂的生理现象。斯佩里和尚格的“神经回路说”认为，大脑中数以亿计的神经元相互连接，能形成数量巨大的神经回路，每个回路可能与某种思维形式相对应。某一部分回路可通过学习而固定下来，产生重复思维，而在此基础上所产生的新的回路，则可产生创新思维。因此，从生理学的意义上讲，创新思维就是大脑皮层在原有刺激物作用下所留下的痕迹与暂时神经联系回路重新筛选、组合、搭配与沟通，从而构成新的联系回路的过程。在这一过程中，以语言、符号等构成的第二信号系统，对创新思维的形成、表达与外化， 起着十分重要的作用。

严格说来，创新思维与创新有不同的含义，创新思维有别于创新。创新思维是指思维上的创新，是指创造或者产生一个新的思想、观点、知识等。创新是指创造一个新的东西，这个东西可以是一个新的思想，也可以是一个新的事物。因此，创新思维只是创新的一个部分、一个阶段，因为要创造一个新的事物就必须先在思想上进行创新。要研究创新，必须先研究创新思维，因为人的一切创新都始于思维的创新。运用创新思维能够产生前所未有的、有价值的创新思维成果，即认识成果，但只有将创新思维成果在实践过程中运用才能转化为创新实践成果。

创新思维之“新”可以分为狭义的“新”和广义的“新”。狭义的“新”是相对于整个人类而言的“新”，指的是建立新的理论，产生新的发现、新的发明的思维活动。且其思维成果具有前所未有的独创性，并得到了社会的认可，产生出巨大的社会效益。广义的“新”是相对于每个人而言的“新”，指的是思考自己所不熟悉的问题，而且没有现成的思路可供套用的思维活动。它强调的是，所思考的问题对思考者来说是生疏的，思考活动的进行没有老一套的思维程序和模式可以套用。著名的心理学家马斯洛把人的创造性分为两种，一种是“特殊人才的创造性”，一种是“自我实现的创造性”，指的就是这两种创新。

狭义的创新诸如爱迪生、牛顿、爱因斯坦、马克思等大科学家、大思想家、大发明家，他们创立的新理论新学说、作出的新发现新发明的思维是创新思维，他们的创新为人类作出了前所未有的巨大贡献。

广义的创新是指一般人的思维创新，虽然大多数人不能够作出影响人类和人类社会发展进程的惊天动地的新发现、新发明和新创造，但他们完全可以用自己的思维创造出对自己而言是前所未有的新东西。例如，理论工作者提出了一个新的理论观点、新的理论体系；工艺师发明了一种新的工艺、新的产品；设计师设计出了一种新的体制、新的制度；企业员工提出的关于技术革新和改进经营管理的种种建议；刑事侦查人员对案件的分析推测；医务人员对疑难病症的诊断治疗；机关工作人员开拓、改善管理工作的构想；广告工作人员提出新的创意；工人在改进操作中提出的某种新技术；农民在耕作过程中发现了新的耕作方法；在学校范围内，教师的创新性教学；大学生、研究生的论文写作与科研设计；小学生做数学题时发现的老师没有教过的新方法，甚至日常生活中人们想出了某种生活小窍门也都是创新。可以说，创新的范围很宽泛，创新的领域也很广泛，思维不管发生在什么范围、什么领域，只要是在思维中产生了新东西，那么这个思维就属于创新思维的范畴。从这个意义上讲，平常人和科学家所产生的新思想只有水平的高低，没有性质的差别。例如，文学家突然产生了一部宏篇巨著的构思和初学写作者猛然间在零乱的素材中开辟了一条新颖的思路，两者在本质上是一样的。这就是说，创新没有质的区别，但是创新的水平，是因人而异的，有高有低的，大不相同的。

但无论是“特殊人才的创造性”，还是“自我实现的创造性 ，无论是狭义的创新，还是广义的创新，无论是原创性的创新，还是继发性的、具有革新性质的创新，它们都在思维过程中创造出了新东西，因此都属于创新思维的范畴。诚如陶行知先生早就说过的：“处处是创造之地，天天是创造之时，人人是创造之人。”

创新思维不是单一思维类型、思维方式的思维过程，而是复合思维类型、思维方式综合起作用的复杂的思维过程。它是人类智力的核心，是形象思维和抽象思维的综合运用，是逻辑与非逻辑的统一。创新思维既是一个逻辑的过程，也是一个非逻辑的过程。创新思维是逻辑与非逻辑的统一。创新思维要出新，就要超越原有的思维方式，使得创新思维过程必然要增加新的成分、新的因素，如新的事实、概念、原理、方法等。这样一来，又使得创新思维过程不可能完全地还原为逻辑的过程，而成为一种非逻辑的心理的过程。同时任何思维创新，哪怕是极具独创性的思维过程，都不是凭空出现的，也不能脱离原有的思维方式。它总是要运用原有思维方式中的一部分要素，如一定的知识、概念、原理和方法等。那种与人类既有的思维完全脱节的创新是不存在的。因此，创新思维与已有的知识等思维要素之间必然会发生种种的逻辑联系，使得创新思维过程不可避免地带有一定的逻辑性。

**3.2 思维方法与创新思维方法**

**3.2.1 思维方法的含义**

思维方法是人们思考问题的思路，即思考问题的线路与途径。它是人们思考问题的手段、工具和技能、技巧。 思维过程从构成要素看，既包括思维内容，又包括思维方法。思维方法是思考活动的一种基本组成因素。思维方法总是同思维内容密切结合在一起的。如果形象地说思维内容是思维活动的“硬件”的话，那么思维方法就是它的“软件”。

一个人思考问题时，无论他自己是否意识到，在他的思考过程中，总是有某种思维方法在起作用。

从认识论的角度看，思维方法来源于具体的思维过程，是从具体的思维过程中分析、加工、综合、抽象出来的。作为思维过程中的一般方法，又对具体的思维过程有指导作用。

从辩证法的角度看，思维方法与思维内容作为既相互对立又相互依存的矛盾统一体的双方，一方面，思维内容的变化总是要引起思维方法的创新。在创新过程中，创新的深度和广度，决定了方法的性质和水平，创新活动越广泛和越深刻，决定了方法的性质越先进，方法的水平越高，适用的范围越广。比如，古代自然科学萌芽时期，古希腊人创新的深度和广度的有限性，决定了古代思维方法的性质和水平是演绎法。近代科学技术开创时期，人们创新活动主要以观察和实验为主，决定了思维方法的性质和水平是以归纳法为主导性质的。近代科学技术成熟时期，人们创新活动由搜集材料上升到整理材料高度，决定了思维方法的性质和水平上升到辩证逻辑思维方法——归纳和演绎、分析和综合、抽象和具体的思维方法。现代自然科学发展时期，科学探究从宏观物质低速运动领域进入到微观物质高速运动领域，科学创新进入前所未有的深度和广度，决定了思维方法的创新已达到史无前例的水平。

另一方面，思维方法创新对创新活动也具有能动的反作用。思维方法越发展，越能推动科学研究和其他创新活动的进一步发展。比如思维方法的创新发展，特别是由归纳法向辩证逻辑思维方法的创新发展，引导创新活动把近代开创时期的科学技术发展到近代成熟时期和现代发展时期的科学技术，有力地推动了工业经济向信息经济和知识经济的转化。

人类的认识能力和思维方法正是在这种相互依赖、相互促进的关系中共同向前发展的。

**3.2.2 创新思维方法的含义**

创新思维不是凭空产生的，而是以掌握创新思维方法并灵活运用为前提的。所谓创新思维方法并不意味着创新思维有一套自成系统的、特有的、专用的思维方法。创新思维方法是指在创新思维过程中需要运用的系列思维方法，它是通过对多种思维方法进行优化组合而推出的新的综合思维方法。人的创新思维能力有高有低，而高低之分主要体现在灵活运用综合思维方法的能力上。

在创新过程中多种思维方法的优化组合带有一定的主观随意性，要真正达到优化组合，就必须遵循一条原则，就是作用互补。因为创新思维不是一蹴而就的，而是一个不懈探索的过程。这就决定了人们要解决新问题、解释新情况，不能拘泥于使用某一种思维方法，而应运用不同的思维方法，从不同方面来解决问题，或者在解决问题的不同阶段、不同环节上运用不同的思维方法。这些思维方法必然包含着直觉的洞察和灵感的迸发、想像的发挥与模型的构想、经验的张力与理论的应用、类比的跨接与思路的外推、归纳的概括与假设的试探、演绎的内推与溯因的沟通、分析的还原与综合的升华、反馈的利用与控制的运筹，最后通过不断地试错与逼近，形成新成果，实现知识信息的增值。也就是说各种思维方法，不论是辩证逻辑的思维方法、还是形式逻辑的思维方法、非逻辑的思维方法、科学发现的思维方法等，在创新活动中要相互联系、相辅相成，综合起作用。思维方法本身是确定的，有相对稳定性，但在具体的创新活动中究竟选用哪些思维方法，怎样运用这些思维方法却是多变的，带有很大的灵活性，方法之妙，贵在相宜。

美国《时代》杂志公布的2003年最火爆的发明有：隐身衣、智能烤箱一冰箱、无线电呼吸器、数码电吉他、氖鱼、“碰不得”外套、内显摄像机的移动电话、性爱新药Cialis、飞人翅膀、机密载体粉碎机、流感疫苗喷剂、消除疲劳的机器猫、雪地自行车、鱼皮泳装、内显摄像电话和因特网的太阳镜、透明皮艇、发光材料Luminex、机器人Qrio、计算机芯片中的人类基因、Beolab5音箱、两栖轿车、远距离体温测量仪、大小完全合脚的童鞋、能自动行走的机器恐龙、高空特技风筝、机器虾扫雪器、袖珍氢气发电机、环保摩托车等。这些发明无一不是巧妙地实施创新思维方法的优化与互补。例如智能烤箱-冰箱，它是将制冷、制热集于一身，体现了兼容与扬弃思维方法的迁移与转化的效能。又如隐身衣，它在衣服前后装上摄像机，录制下周围环境实况景象后投射在衣料表面上，使得从身前看到的是身后的景象，而从身后看到的则是前面的景象，这是虚拟与现实思维方法的流动与转化。再说弦理论，它从一些非常基本和非常简单的单元出发，就能得到宇宙的无穷变化和高度复杂性，弦理论可以使规范对称性、超对称性和引力等原理，自然地出现并协和地统一起来。这种重大的科学创新，也是简单与复杂、兼容与扬弃、对称与非对称、发散与收敛等思维方法的灵活运用与作用互补的结果。

日本物理学家汤川秀澍在其《科学中的创造性思维》一文中，指出：“在任何富有成效的科学思维中，直觉与抽象总是相互影响的。不仅某种东西必须从我们丰富的，但多少有点模糊的直觉图像中抽象出来，而且被当作人类抽象力的成果而建立的某种概念到最后也往往变成了我们直觉图像的一部分。在这种新建立起来的直觉中，人们可以继续做出进一步的抽象。例如，在物理学中，爱因斯坦相对论的四维时空世界虽然比牛顿力学的时空概念抽象得多，但是，它在今天是属于物理学家们作为进一步抽象基础的直觉图像的一部分的。”这里，汤川秀澍承认科学创造中包含着直觉思维和抽象思维，而且二者是相互转化的。他还认为，单单是归纳法或演绎法很难单独成为人类思维创新的根源。因此，创新思维是多种思维方法的综合运用，是逻辑思维与非逻辑思维的统一。

虽然在酝酿和产生创新设想的阶段，创新思维方法的“创新”本性决定了它的任务和作用主要在于“摸索”、“试探”，所以不可能总结出一套可以让人直接套用的“创新思维公式”来。反之，假如出现了某种可以照着葫芦画瓢的“创新思维操作程序”，那么，可以断言，按照那样的操作程序思考出来的东西，绝不可能是真正具有重要创新价值的思维成果。但创新思维也不是没有一点规律可循。从人类历史上成效卓著的创新事例中，从人们长期积累的某一方面的丰富经验中，总是能总结出一些富有指导、启发意义的原理、原则，和许多具有一定可操作性的具体做法，以及若干应该遵循、注意的事项，可供人们学习、借鉴和应用。

**3.2.3 创新思维方法的特征**

**3.2.3.1多维性**

多维性，也叫开放性、拓展性、开阔性、立体性，是指人们在考察、分析客观事物时，不受空间范围的限制，让思维的野马放纵奔腾。不再局限于逻辑的、单一的、线形的、平面的思维活动，而是要对事物进行多视角、多维度、多侧面、多层次、宽领域、全方位的思考，以便在思维中立体地再现思维对象。创新思维方法就体现了多维性的特征。这种思维方法的根本特点是主张多向性、整体性，反对单向性和片面性。多向思维中纵横交叉的思路犹如一张“思维之网”，在网上的任何一个纽节都可以通过无数条网线而四通八达，这与那种单向思维形成了鲜明的对比。创新思维多维性的思维方法，有助于人们思考问题朝着各个侧面、各个角度、各个层次、各个方向深入地拓展，以获取新的认知、创造出新的成果，或在原有认知基础上深化、提高，或纠正过去错误的结论。创新思维多维性的思维方法，主张对复杂的高级的思维就要有多种思维方法互补综合，灵活运用。如逻辑思维与非逻辑思维的并用，演绎、归纳、类比的合用，发散思维与聚敛思维的转换，想像、联想、幻想思维等感性思维与理性思维的互补综合，系统思维与个体思维的变换，显思维与潜思维的互补，分析思维与综合思维的统一等。

**3.2.3.2变通性**

创新思维方法的变通性是相对于思维方法的重复性而言的。重复性思维正是体现了思维方法上的变动性少、灵活性也不高的特征。而创新思维方法则相反，要求很强的灵活性、变动性，变通性体现在以下方面：

一是优选方法的变通性。思维方法虽然是多种多样的，但在日常重复性思维时，一般人都自发地沿用习惯性的单一思维方法，形成思维定式。而创新思维则需要善于对多种思维方法进行比较，灵活地选择较优的思维方法，使思维能达到事半而功倍。从经济学角度讲，就是要使思维的成本低，速度快、产出高、效益好。

二是迁移方法的变通性。有人在思考问题时容易“钻牛角尖”，对自发性的方法，习惯了的方法少有怀疑，对不同的方法也甚少顾及、较少尝试，从不筛选以便从中选优，问题解决不了时，也不善于转变思路、迁移方法，或者转移得很迟钝、缓慢，滞后，这是思维僵化性的表现。俗语讲的“一本书读到老”，“一条道走到黑”，“只拉车不看路”，正是重复性思维的写照。而创新思维则要求自觉克服习惯性思维的束缚，要善于灵活地、迅速地转移思维方法。这种思路的迁移，正如下棋，总是先思考某一着棋，再迅速转移到思考另一着，再把几着棋进行比较才下决心，凡是能灵活转移思路，从中筛选优化的，获胜的把握就较大。

**3.2.3.3层次性**

创新思维方法是有层次性的。按照由低到高的层次，可以对创新思维方法作多次划分。如由单项方法到多项方法再到复杂方法；由逻辑思维到形象思维再到灵感顿悟思维；由显态思维到临界思维再到潜态思维；由“两极思维”到模糊思维再到辩证思维；由直观思维到分解思维再到系统思维；由个体思维到群体思维再到社会思维等等，都是由低到高多层次的。我们说创新思维是一种人类高级的思维形式，正是由于创新思维方法包容了由低到高的多层次结构，从而显示其复杂性、高级性。

创新思维方法的多层次性具有以下特点：①它以低层次思维方法为基础，源于低层次思维方法，又超越低层次思维方法；②它包容低层次思维方法，又离不开低层次思维方法的作用；③它对低层次思维方法起主导作用，又不能代替低层次思维方法。

**3.2.3.4辩证性**

创新思维方法既含有逻辑思维，又含有非逻辑思维，既含有求同思维又含有求异思维，既含有单项思维又含有多项思维，既含有收敛思维又含有发散思维，既含有静态思维，又含有动态思维。这其中一对对的思维方法，相互之间既是反对、矛盾、对抗、冲突的，又是相互补充、依存、和谐、统一的。思维过程的这种辩证性又经常体现出创新思维是个多样、复杂的综合体。思维过程的这种对立统一、矛盾的不断上升运动，充分体现了创新思维的永远向前、进取发展的特性，然而，在这一对对的思维形式中，由于创新思维自身的独特性，它并不是平均具有每对前后两种思维形式的含量，而通常是后者大于前者。

**3.2.4创新思维方法的功能**

**3.2.4.1创新功能**

创新史的事实告诉我们：创新的思维机制是思维方法的创新引发思维能力的创新，思维能力的创新引发科学技术的创新。也就是说，没有思维方法的创新，也就对思维能力创新和科学技术创新说“不”了。正如巴甫洛夫所说：“科学的跃进往往取决于研究方法上的成就。研究方法前进一步，我们仿佛随之升高一层，从那高处我们就可以望见更加广阔的远景，望见许多先前望不见的事物，因此，我们的首要任务是制定研究方法。”比如，科学的幼年时代以归纳为主的思维方法让位于创新的“探索性的演绎法”。爱因斯坦创立和运用“探索性的演绎法”，开发出了天才的“直觉——演绎”的创新能力，推动了科学的“跃进”，通向了科学创新之路，创立了相对论。

**3.2.4.2预测功能**

所谓预测性，也叫跨越性或超前性，是指人们在观察和分析客观事物时，能够站在时代的高度，立足现实、面向未来，注重事物发展趋势和动态变化，对未来做出正确的推测与判断，从而做出正确决策的一种思维方法。这种思维方法，按照历史——现实——未来的发展线索，从局部到全局，从现象到本质进行预见。这既是对过去、现实的反映和延伸，也是对未来的推断与创造。

爱因斯坦首创并运用的“探索性的演绎法”创立了相对论，并进行了系列的科学预见。1907年由此推导出质能关系式E=mc2，预示着开发和利用原子能的可能性，由1945年原子弹爆炸成功而获得证实。1916年爱因斯坦运用他的“探索性的演绎法”建立的广义相对论推论，作出了一系列惊人的预见。1919年两支英国的日蚀考察队证实了“光线在太阳引力场中发生弯曲”、“水星近日点运动”、“光谱红移”的科学预见。

**3.2.4.3突破功能**

无论在什么领域，要在已有知识和经验的基础上有所开拓、突破，要做出某种创新发明，就需要运用创新思维方法，创新思维方法具有突破的功能。在创新思维的初始阶段一般都需要首先提出众多的新设想，然后再从中筛选、加工出最佳方案来。在这个探寻、酝酿和形成新设想的过程中，不能不运用某种或某些创新思维方法，比如非逻辑思维方法，以扩展视野，开辟新的思考方向和途径；或“冲破”、“切断”原有的思路，绕过障碍，以实现思维的“飞跃”。在创新思维的初始阶段，逻辑思维方法虽然仍大有其用武之地，但比较起来，非逻辑思维方法却是必须运用的起着关键性作用的主要思维方法。创新者在这一思维阶段对非逻辑思维方法的运用情况，直接关系着提出新设想的数量的多少与质量的高低，从而影响甚至决定整个创新思维过程的成败得失。

**3.2.5 掌握创新思维方法的途径**

**3.2.5.1学习和借鉴哲学思维方法，是掌握创新思维方法的哲学途径。**

哲学思维方法是时代精神的精华，学习和借鉴以往的哲学思维方法是继承人类理论思维方法的精华，正如恩格斯指出：科学技术的创新，“经验的方法就不中用了，在这里只有理论思维才能有所帮助。但理论思维仅仅是一种天赋的能力。这种能力必须加以发展和锻炼，而为了进行这种锻炼，除了学习以往哲学，直到现在还没有别的手段。” 钱学森教授指出：青年学生要重视两方面的学习，一是要认真学习马克思主义哲学，二是要认真学习专业知识。这些深刻的道理，为掌握科学的创新思维方法，指明了哲学的途径。

**3.2.5.2学习各门学科的思维方法，是掌握科学的创新思维方法的学科途径。**

科学的思维方法是动态的科学理论，科学的思维方法是贯穿在科学理论中的生命线。因此，在学习各门学科的时候，不仅要善于掌握它的科学理论，而且要善于掌握渗透于科学理论中的思维方法。比如说，研读达尔文的《物种起源》一书，不仅要掌握达尔文创立的科学进化论，而且要学习和掌握达尔文创立进化论的科学思维方法——归纳和演绎的思维方法。又如读毛泽东的《论持久战》，不仅要掌握论持久战的光辉思想，而且要学习和掌握《论持久战》的唯物辩证的思维方法——分析和综合的辩证思维方法。

**3.2.5.3学习关于科学的思维方法学专著，是掌握科学的创新思维方法的捷径。**

科学的思维方法学专著，有的从宏观方面研究思维方法，有的是从微观方面研究思维方法。例如《创新思维方法论》就是从宏观方面研究思维方法的，读者可以从中系统地了解和学习到辩证逻辑的思维方法、形式逻辑的思维方法、非逻辑的思维方法、科学发现的思维方法等。又比如研读《形式逻辑学》，就是从微观方面研究理论思维方法的，读者可以从中系统地了解和学习到形式逻辑的思维规律、思维规则和思维方法。

**3.2.5.4从创新实践中提炼出新的思维方法，是掌握创新思维方法的实践途径。**

科学思维方法的“源”是指科学的思维方法来源于创新实践活动。我们要善于从创新发展的实践活动中总结和提炼创新思维方法，并善于学习和掌握创新思维方法。例如，被称为“杂交水稻之父”的袁隆平，在水稻杂交创新实践中，首创水稻“杂交”的创新思维方法，率先在全世界成功地创造出两系法和三系法籼型杂交水稻，由于“籼型杂交水稻的育成和推广”的重大科技成就，袁隆平获国家“特等发明奖”和八个国际大奖。

**3.3 发散思维与聚合思维**

人们在日常生活中不难发现，某些人在思维过程中跨度很大，能够海阔天空地联想；而有些人则缺少应有思维广度，只能在一个问题的圈子中绕来绕去，思路总是打不开。从创新的角度来说，思维的广度是必不可少的。英国著名经济学家阿诺德•汤因比说过：“要获得一个好想法的最佳方式是拥有许多想法。”英国著名数学家怀特海甚至说过：“也许第一千个观念恰恰就是一个将改变世界的观念。”在许多场合下，把思维广度扩展一下，便会引出一连串的创意。这就需要发散式思维。

将一本书由薄读厚，即充分地理解、研究问题的细节，这要以发散思维为基础；再将读厚了的书变薄，即要将诸多内容经过归纳与抽象，达到整体上更系统、更精练、更深刻的理解，这又要以聚合思维为基础。

**3.3.1 发散思维的含义**

发散思维也叫扩散思维、辐射思维、放射思维。它是指以一个问题作为思维的出发点或中心，围绕某一问题沿着不同方向、不同角度、向上下左右多方位的思考方式，从多方面寻找问题的多个答案的思维方法。这种思维过程是一个流动的开放的不断发展的过程。它要探索不同的、富有特异的答案。它广泛动用信息库中的信息，产生为数众多的信息组合和重组，在思维发散过程中，不时会涌现出一些念头、一些奇想、一些灵感、一些顿悟，而这些新的观念可能成为新的起点、契机，把思维引向新的方向、新的对象和内容。因此，发散性思维不仅是多元的、多声部的，而且也是不确定的、没有固定方向的、没有特定规则与限定的。思维过程的结果往往与出发点相去甚远，是思维者始料不及的。运用这种思维方式，可以摆脱传统习惯的禁锢，突破常规的束缚，闯出新路子，提出新颖独到的创见，以探求解决问题的多种方法。发散思维要求空间上的拓展与时间上的延伸。空间上的拓展是指思考问题要突破点线面的限制，从立体角度对思维对象进行多方位、多层次、多角度、多结构、多关系的思考；时间上的延伸是指对思维对象进行时间上的“三维”思考，即要在立足于现实的基础上，既要面向未来，预测其种种发展趋势，又要面向过去，回溯其历史渊源。

例如，风靡世界的奥斯卡巨片《泰坦尼克号》1998年“驶入”中国后，不仅产生了前所未有的轰动效应，而且给制片商带来了滚滚财源。财源的一部分来自票房；另一部分则是与《泰》片相关的物品空前热销所带来的附带效应。这些相关物品有《泰》片的彩画、CD、VCD、磁带、书、扑克等，《泰》片放映到哪里，这些物品就销售到哪里，这些物品不仅博得了成年人的青睐，也“驶进”了青少年的心灵。在美国，拍摄《泰》片所用的巨轮每天都迎来为数众多的游客。而我国北京的一家企业也抢先在国内注册了“泰坦尼克号”商标，主要生产服装、化妆品等，想借《泰》片的光环，带动产品销售。

咖啡饮具的改进过程也利用了发散思维。咖啡是一种高档饮料，人们刚开始时是用煤气炉子煮的，煮好再喝，比较费时间，人们发现这种办法费时费工，不方便。于是便进行改进，发明出一种电热器煮咖啡，这就方便多了。只要有电源，插上电热器，就可以从容地煮咖啡。后来又有人发现这种办法还是不方便。这两种办法都是在加热的饮具上动脑筋，进行改进，于是又有人另开思路，思维发散，在咖啡本身想办法，研制出一种生产速溶咖啡的办法，开水一冲即可饮用。生产出的速溶咖啡，很快占领了市场，风靡世界。

日本经营电冰箱和空调器的厂商，都有研究和测算气象的专门机构。他们搜集大量数据，得出了气温变化值与产品销售额浮动之间的关系：在盛夏30°C以上的天气，每延续一天，空调的销售量就能增加4万台。而据德国的一些啤酒公司分析，当气温高于24°C的时候，啤酒开始增加销量，在盛夏季节，气温每上升1°C，啤酒将增加230万瓶的销售量。澳大利亚有一位经营水果的商人，与当地气象台签订了长期合同，以便及时得到短期、中期和长期的气象预报，作为自己调整水果的进量、销量和价格的重要参数。这些都是灵活运用发散思维的案例。

**3.3.2发散思维的特征**

发散思维分为流畅性、变通性和独创性三个特征。

3.3.2.1**流畅性**

流畅性具有较低的层次特点，它是指在短的时间内迅速做出众多反应的能力，它要求从一个已知信息（思维基点）思考出尽可能多的思维目标。如20世纪70年代日本全国推广了“设想运动”，大家提出许多建设性意见，创造出巨大的财富，光是丰田汽车公司1975年就收到38.1万项有关创造发明的设想、建议，采用率达83%，支付奖金3.3亿日元，但当年仅该公司就为此多收益160亿日元。

美国历经百年风化的自由女神像翻新后，现场存有200吨废料难以处理。一个名叫斯塔克的人自告奋勇地承包了这一苦差事，他对废料进行分类处理，把废铜皮改铸成纪念币，废铅铝做纪念尺，水泥碎块整理成小石碑，把朽木泥巴装进玲珑透明的小盒子里，让大家作为有意义的纪念品选购。这样一来，一文不值且难以处理的垃圾顿时身价百倍，200吨垃圾一抢而空，斯塔克也由此大获其利。这种变废为宝的想法，就是成功利用发散性思维的一个典型。

**3.3.2.2变通性**

变通性又称灵活性，是发散思维较高层次的特点，指发散思维方法的运用还注重给创新思维带来新的思维方向，即进行思维时寻找解决问题的方法从一个类别转移到另一个类别，即思维开阔，善于随机应变，能开拓新的思路，寻找新的方法。美国《纽约时报》的名记者泰勒曾举一例说，他刚当记者时，奉命采访某著名演员的首场演出，但他去了以后，听说首演取消，他一听，演出已经取消了，就回来睡觉吧。结果半夜，总编气冲冲打电话告诉他，其他各大报纸已登出名演员自杀的消息，总编训他说“像这样一位名演员首场演出被取消，本身就是新闻”。在这个事例中，泰勒由于思维的单一化而使这一次采访以失败而告终。如果当时他的思维足够发散，事情的结局决不会是这样的。

**3.3.2.3独创性**

独创性是发散思维最高层次的特点，指人们在发散思维中表现出不同寻常的、异于他人的新奇反应的能力，这一能力使他的思维突破常规和经验的束缚，获得新颖独特的创造成果，自然解决问题的方法也突破常规习惯和经验束缚，创造出全新的观念。过去人们认为昆虫和蛆是从腐烂的肉里生长出来的，可是意大利医生对臭肉生蛆这一信息表示怀疑，他做了几种试验，把肉放在容器里不加盖子；把肉放在容器里加盖子；把肉放在外面。多次试验，观察发现，只有苍蝇能自由进出，叮后产了白色卵的肉才会生蛆；加了盖子的，苍蝇进不去的容器中的肉不长蛆。于是得出了肉生蛆的新看法。

由此可见，发散思维能使创新主体的思维趋于广阔、灵活，不受传统观念的束缚，积极运用各种创新思维方法在思维中构成新的思维形式。发散思维不同于分析思维，分析思维是利用概念、命题、推理等各种逻辑形式对思维对象进行分析，以认识它的基本矛盾、基本性质、基本结构，要求实事求是，不允许有想像、联想、夸张等手法，发散思维虽然以分析思维为基础，但不能完全归结为分析思维，它还包括想像、联想、直觉和灵感等思维活动。分析思维的宗旨是认识，获得真理，发散思维的宗旨是创新，获得新思路。

**3.3.3 聚合思维的含义**

聚合思维又称收敛思维、集中思维、辐合思维。是以某种研究对象为中心，把发散开来的不同部分、不同方面、不同来源、不同角度，将众多的思路和信息汇集于一个中心点，通过比较、筛选、组合、论证再创造性地组合为一个整体，从而得出在现有条件下解决问题的最佳方案。创造性的组合过程同样要求多方位、多角度、多结构、多线索与多关系。聚合思维，其思维特点是，以截然不同的事物的特性为基点，从事物的边界出发，向中心移动。聚合思维以问题为中心，围绕中心组织信息，从不同方面向中心收敛，以达到解决问题的目的。聚合思维有点像足球比赛，以把足球有效地射入对方的球门为目的和焦点。聚合思维是一种目标明确、有规律可循的思维。聚合思维是寻找正确答案，有时甚至是寻求惟一正确答案的思维。

水杯已不再单纯是盛水的容器，它已经成为一种集艺术、文化、携带方便、保温、保健多种功能为一体的日用品，“诺亚”口杯的设计正好迎合了消费者的这种多元化需求。“诺亚”口杯采用双层保温技术，不烫手，瓶口设计有依温度而变化的图案，以免消费者喝水烫着，杯子底部装有银质保健盒，里面有木鱼石等保健品，设计美观，功能多，是消费者作为礼品杯的首选。

1960年，英国某农场饲养了十万只火鸡和小鸭，由于喂了发霉的花生，在几个月内都得癌症死了；后来，人们又用这种霉花生喂羊、猫、鸽，结果，这些动物先后也都死了。1963年，澳大利亚有人用霉花生去喂白鼠，也死了，在我国，也有人喂猪、鸡，结果也死了，这里不管什么动物，也不管什么生活环境，都是吃了霉花生结果死掉这一条是相同的。于是运用聚合推理，霉花生中有致癌物质，它是致死的原因。科学证实，霉花生中含有黄曲霉素，而黄曲霉素是致癌物质。

**3.3.4聚合思维的特征**

聚合思维的特征表现为聚焦性和可行性。

**3.3.4.1聚焦性**

聚焦性，创新思维的发展不再是任意的组合，而是把发散后得到的组合集中起来，选择最佳组合，通过定向、定点的思考，使思维达到一定的深度，具有更尖锐的穿透力，从而揭示出问题的实质。

钟摆原理的诞生也是这种聚焦思考的结果。一天，伽利略参加大教堂的集会。牧师滔滔不绝地讲道丝毫未引起他的兴趣。他的思维焦点指向了大教堂天花板上的一盏吊灯——那盏吊灯在风的吹动下，不停地摆动着。他的思维停顿下来，聚焦在吊灯的摆动上。他聚精会神地注视着、思考着……经过观察，他发现吊灯摆动的振幅虽然慢慢地减小了，但摆动的周期还是不变；即摆动周期与振幅无关。之后，他带着这个问题，进一步“聚焦”，观察了许许多多不同材料做成的不同形状的钟摆，得到了共同的结论。于是，钟摆摆动等时性原理，由此而“聚焦”出来了。

**3.3.4.2整体性**

聚合思维是将发散的思路再集中起来，体现了系统论的整体性。系统的整体性着眼于系统整体的状态和功能，而不是拘泥于局部；追求系统整体的最佳效果，而不要求各个局部最佳。由于系统的整体功能是各个部分功能在相互联系和相互作用中产生的新功能，所以系统整体功能不等于其组成部分各部分功能的简单相加，即遵循“非加和原则”，或1加1不等于2，而是大于各个部分功能的简单相加，或1加1大于2。所以，即使系统的各个组成部分并不都是最佳的，却有可能组成一个总体功能最佳的系统。反之，即使各个组成部分单独看来都是最佳，它们组成的系统并不一定具有最佳的总体性能。

1975年中东战争时，埃及用前苏联米格一25型歼击机与以色列作战。该机航速为音速的3.2倍，飞行高度8万英尺。是当时世界上飞行最快的飞机，这使当时西方国家军界忧心忡忡。后来，前苏联一名空军上尉驾驶该机叛逃到日本，美、日两国联合派专家分解研究该机。他们发现，机身和机翼由普通钢板制成，手工焊接带着褐色锈斑；电子设备由落后的真空管组成。但它的总体设计却很有特色：引擎虽然笨重且耗油多，但功率强大，在高空特别有效，且易于更换；整体易于维修保养、安全可靠；装有先进的计算机系统、性能良好的自动驾驶仪和反雷达装置；真空管电子设备虽落后，却能适应高空飞行的温度骤变。这表明，它的某些部件技术虽较落后，但总体性能非常适合高速高空战斗的要求，总体设计是成功的。

美国阿波罗登月计划总指挥韦伯曾指出：“阿波罗计划中没有一项技术是新的发明，都是现成技术的运用，关键在于综合”。日本学者当时参观了该计划的硬设备和工艺后认为：“没有日本造不出来的东西，但作为一个整体的计划与实施，日本不如美国。”

**3.3.4.3可行性**

可行性，聚合思维是以可行性为标准选择解题方案的，如果没有可行的方案，说明发散中创新思维没有充分发挥。与发散思维不同于分析思维同理，聚合思维也不同于综合思维，可见发散思维与聚合思维都是要克服思维定式，不局限于常规的提出解决问题的新思路、新理论、新创造。

有实验表明，任何两个概念都可以经过四五个阶段建立起可以设想的关系，这个过程就要运用发散与聚合的思维方法。比如“木质”和“皮球”是两个关系较远的概念，但经过四个中间环节就可以从“木质”联想到“皮球”。“木质——树林——田野——足球场——皮球”， “木质——树林——田野”是一个发散过程，而“田野——足球场——皮球”是一个聚合过程。

许多哲学教科书在讲到感性认识是理性认识的基础，理性认识依赖于感性认识时，都提到牛顿发现万有引力定律的故事，牛顿躺在果园里的苹果树下，由树上的苹果掉下来砸在头上这一现象出发，发生奇想，为什么苹果不往天上飞？不往东西南北四个方位落？而是垂直下落呢？苹果与垂直下落之间有什么必然性的联系？最终找到了垂直下落的原因即地心引力，这里牛顿万有引力定律的发现正是运用了发散与聚合的思维方法。再比如哲学课在介绍辩证唯物主义物质观时，先从哲学史的角度介绍了古代朴素唯物主义与近代形而上学唯物主义的物质观，其中提到了中国的，也提到了古希腊的以及欧洲各国的，同时还介绍了现代西方哲学等学派对物质概念的理解，这也体现了发散思维在分析问题上的空间上的拓展与时间上的延伸以及聚合思维的主线索和多集中。

由此可见，发散思维与聚合思维都是创新思维方法。在一个创新思维过程中，发散与聚合是创新思维的两个组成部分，发散是为了聚合，发散是聚合的基础；聚合是发散的目的，聚合是发散的必然结果，两者决不可偏废任何一个。只注重聚合可能会造成思维的贫乏和刻板，不利于创新思维的进行；同样，如果只注重发散又可能使发散的任意性太高，由于得不到聚合的帮助而使思维成果付诸东流，所以只有将两者系统组合起来运用，才能有效地从事创新思维。

**3.4灵感思维与直觉思维**

**3.4.1灵感思维的含义**

很多人都有这样的体验：面对一个难题，费了很大精力、搜肠刮肚也没有想出解决的办法，但是当你吃饭举起筷子的一瞬间却想到了一个绝妙的主意。这就是灵感的作用。爱因斯坦曾对什么是灵感思维现象做过这样十分简明的解释：“我想大家在工作中也会有体会。苦思冥索不得其门，找不到道路，然而不知怎么回事，它突然来了，这就叫灵感。”在我国，人们早就发现了灵感的存在。古时候有许多形容灵感的词句，例如：“踏破铁鞋无觅处，得来全不费功夫”；“灵机一触，计上心头”；“山重水复疑无路，柳暗花明又一村”；“一言惊醒梦中人”。写得最为传神的是“众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在，灯火阑珊处”。

灵感思维指的是这样一种特殊的思维现象：人在长时间思考某个问题得不到解答，而中断对它的思考后，却又会在某个场合突然对问题的解答有所领悟。

许多杰出的政治家、思想家、军事家、科学家、艺术家、侦探家等都具有这种非凡的灵感思维能力。如政治家由某一事实现象的耳闻目睹，认识迅速升华为大彻大悟；理论家由于某种新的启迪而豁然贯通，科学家因某种直感诱发出奇思异想；文学家艺术家受某种激发而文思泉涌；侦探家由一点点蛛丝马迹而顿悟出破案线索或预测出结局。

爱因斯坦在回忆狭义相对论的酝酿过程时说：“一天晚上，我躺在床上，对那个长期折磨自己的谜，心里充满了毫无希望的感觉，没有一丝光明。但是，突然黑暗里透出了光亮，答案出现了。”灵感的到来，使爱因斯坦非常振奋，他把自己关在房子里连续工作了五个星期，终于写出了《论动体的电动力学》这篇只有9000字的划时代论文。

法国化学家、微生物学家巴斯德发现鸡霍乱疫苗，灵感来自1879年的一次度假。那年夏天他离开巴黎去外地休假，回到他实验室时，发现被他束之高阁的鸡霍乱疫苗虽然还活着，但已经不能再使鸡感染霍乱，于是他灵感突发：会不会是经过培养的疫苗使鸡得到免疫？后来他反复实验，终于发明了鸡霍乱疫苗，对人类免疫学产生了无可估量的贡献。

文学创作也离不开灵感思维。当灵感涌现时，作者是如痴如迷，思潮如涌，才华横溢。法国著名作家巴尔扎克就曾不断拥有过这种灵感思维的“阳光”照耀。他在有一年的六至九月的“一百天”时间中，竟写出了著名的《绝对的追求》、《西拉飞达》，40天写出了具有极高艺术成就的《高老头》以及《海滨的悲剧》、《金眼女》、《和解了的库尔摩特》、《三十岁的女人》后几部分；酝酿好了《毕骆都·恺撒》、《幽谷百合》的构思；一个夜里写好了《鲁日里的秘密》，3个夜里写好《老小姐》，用几个钟头写完《珍珠碎了》、《无神论者做弥撒》与《法西诺加萨》，3天写完了《幻灭》的开头 50页；1830——1831年灵感涌现的巅峰期间，写出150种作品，每天均生产16页书。这种非凡的创造力和成果，除了说明巴尔扎克的勤奋之外，更显现出他天才的灵感思维。

创新灵感的获得是显意识和潜意识的结合。人脑储存的知识，有些是通过各种形式的学习，有意识地记忆下来的称为有意识的智能。这些知识，能够用逻辑推理等思维方式调用，这种调用过程是一种有意识的思维过程。但人脑中更多的知识，是在各种经历中无意识地获得并储存起来的，称为潜意识的智能。美国科学家布朗尼科夫斯基认为：“有意识的智能，好比冰山露出水面的十分之一部分，潜于水下十分之九的部分则相当于潜意识的智能”。这种潜意识智能仅靠逻辑推理思维是调动不出来的，它的激活过程是一种潜意识的思维活动，这种潜意识的思维活动会使处于游离态的各类知识单元建立起许多潜在的暂时联系，使思维处于一触即发的状态。一旦受到某种启发，潜意识便会打开人的思路，突然产生顿悟，这种顿悟就是创新灵感。因此，钱学森曾提出：“要注重研究灵感”。因为，灵感能意外地抓住解决问题的契机。

**3.4.2灵感思维的特征**

灵感思维具有以下特征：

**3.4.2.1偶然性**

偶然性是指客观事物发展过程中并非确定发生的，可以出现，也可以不出现；可以这样出现，也可以那样出现的不确定的趋势。科学发展史上，英国科学家牛顿和德国科学家莱布尼茨几乎同时独立地创立了微积分；19世纪40年代，德国青年医生迈尔、英国业余物理学家焦耳、德国物理学家赫尔姆霍茨等人，几乎同时从不同的角度、通过不同的途径、用不同的方法发现了能量转化和守恒定律；英国生物学家达尔文和博物学家华莱士几乎同时独立地提出了生物进化论；1974年，丁肇中教授发现J/φ粒子，差不多同时，美国加州斯坦福大学教授里希特教授也发现了这种粒子。这些都是有趣的偶然性。灵感的出现往往不期而至，突如其来，这就是它的偶然性。人们在苦思之中，一旦受某种启示，灵感就突然而至；而且去又无踪，灵感出现的时间极其短促，稍纵即逝。这要求我们，对突然闯入脑际的灵感及时捕捉，随时摘记。有一次圆舞曲之王约翰•施特劳斯在多瑙河畔散步，大自然的美景诱发了他的创作灵感。当时，他没带纸笔，急切之间，他竟脱下衬衣，在衬衣上谱下了《蓝色的多瑙河》这首不朽名曲。

袁隆平从1964年开始培育杂交水稻，但连续6年没有搞成，原因就是没有培育出“不育系”，1970年，袁隆平在与日本学者交流时，听他们谈起“此路不通走他路”的思维方式，袁隆平突然想到，能不能从野生的水稻植株里发现不育株呢？有了这个想法后，他立即跳出原先人工栽培水稻的圈子，带着助手到海南岛崖县进行野生水稻资源考察，结果就在当年发现了一株雄花不育的水稻，经过反复试验，终于在1973年培育出我国第一批籼型杂交水稻。

1848年时，英国的邮票出厂时是一大张连在一起的，需要用小刀裁开才能使用。一位新闻记者在饭店里边用餐边写稿件，当写完稿件准备买邮票寄出时，却发现没带小刀。他看见旁边一位先生领带上的别针，便急中生智，借来了别针，用针尖在一枚邮票的周围扎了一排小孔，然后轻轻一撕，一枚邮票便整整齐齐地撕落下来。记者贴上邮票高高兴兴地走了。那位旁观的先生就是英国发明家亨利•阿察乐，他在记者给邮票扎小孔时顿生灵感，“为什么不能在邮票生产时即打上小孔呢？”阿察乐回家后，根据别针扎孔的原理设计出邮票打洞机，并申请了专利，从此，世界各地都使用了带齿纹的邮票，阿察乐获得了很高的报酬。

**3.4.2.2机遇性**

机遇性是指灵感的出现常常使人们始料未及，难以预测。它在任何时间、任何地点都可能出现，但在何时、何地出现，却是随机的。不可能要灵感在什么时候、什么场合出现，它就一定在什么时候、什么场合出现。灵感出现的时间和场合，不可能预先准确地对它作出规定和安排。由于主体状态的不同，灵感的捕捉的时机也不同。有的灵感如泉涌，势如破竹；有的灵感如抽丝，姗姗来迟，有的踏破铁鞋无寻处，得来全不费功夫；有的白天苦思冥想无建树，睡眠中却轻而易举地捉住了灵感。德国哲学家费尔巴哈说过：“灵感是不为意志所左右的，是不由钟点来调节的，是不会依照预定的日子和钟点迸发出来的。”

车尔尼雪夫斯基在谈到普希金的创作时说：“他总是花很长时间思考作品的提纲，当一个已诞生的创作思想在脑子里还没有成熟、没有给自己找到和谐而完整的时候，有时要拖上很长的时间，有时就得一连等上好几年，才轮到灵感把这些材料迅速变为明朗而有力的艺术品。”

莫札特曾这样形容灵感的产生过程：“当我感觉良好，心情愉快时，或是饱餐后漫步时，或是夜晚不能入睡时，灵感就异常活跃，成群地向我走来。它们是从哪里来的呢？我一点也不知道。我喜欢的那些，就保留在记忆中。然后，我选出一首旋律，根据总构思、对位法和配器法的要求，很快就给它们加上相应的第二个旋律。所有这些片段仿佛变成‘和上酵母的面团’。那时我的心灵就燃烧起来……作品在成长，我越来越清楚地听到它，作品就在我的头脑里完成着，不管它有多么的长。”

20世纪70年代中期，索尼彩色电视机在美国市场上备受冷落。索尼公司国外部部长奉命来到芝加哥，寻找开辟美国市场的良策。为了排解烦恼，他驱车到一处牧场兜风，看到一头大公牛身后跟随着一大群牛，使他茅塞顿开，想出了一个促销方案。经过调查，他选定当地一家最大的电器销售商店马希利尔公司作为“带头牛”商店。经多次接触和耐心说服，该公司同意试销索尼产品。有大商店做“带头牛”，芝加哥地区的100多家商店紧随其后纷纷要求经销索尼电视机。不到三年时间，索尼电视机在芝加哥的市场占有率便达到30%，随后销售市场很快又扩展到全美国。

**3.4.2.3独创性**

在创新过程中，光靠形象思维和抽象思维，有时并不一定能突破思维障碍，要突破还得有灵感。

北欧的挪威人捕捞上来沙丁鱼时，发现沙丁鱼挤在一起时，由于不好动而大量死亡。为了提高已经被捕捞上船舱的沙丁鱼的存活率，他们常常在船舱内有意放进几条鲶鱼。鲶鱼不停地钻来钻去，在沙丁鱼中引起摩擦，沙丁鱼被搅得不得安宁，自然万分紧张，加速游动，沙丁鱼的呆滞状态被鲶鱼的冲动所打破，反而减少了死亡率。这就是著名的“掺鲶鱼理论”。

英国的哈格里沃斯夫妇，一直在思索怎样提高卧式纺纱机的效率，他们满脑子的改进纺纱机的设想，在那既定的卧式纺纱机上，一遍又一遍地试验，但收效不大。有一天，他们正在生产现场闲聊，恰巧看到一台卧式纺纱机被撞翻了，躺在地上，生产的秩序被打乱了，但纺锤由原来的水平状态变为撞翻了的直立状态后，仍然在不停地旋转着，并且似乎转得更快更稳了。面对这偶然的事实，哈格里沃斯夫妇引发了灵感：何不将卧式纺纱机变成立式纺纱机？于是，他们便把18只纺锤并排，让它们全都竖直转动，结果使纺纱机的效率提高了数十倍，这就是科技史上著名的立式纺纱机的发明。

**3.4.2.4模糊性**

灵感带来的成果，并不都是完整成熟，精确清晰，富有价值的。相反，灵感提供的往往只是一种朦胧状态的“半成品”，其中往往粗精混杂，零碎不全，真伪并存，模糊不清。它们一般都还有待于再经过逻辑思维或形象思维的进一步加工整理。如果是科学研究中的一个新设想，艺术创作上的一个新构思，它也往往只是启示了一种方向和途径，提供了解决问题的一些线索，还需要再付出艰苦的劳动，才能做到在研究上有所创新。

科学史上“凯库勒的梦”就是一例。凯库勒一位德国的有机化学家，他于1865年第一个提出苯分子为环状结构，史称苯环结构的发现者。这一发现是一个极其艰苦又充满戏剧性的过程。开始，他花费许多时间和精力探讨有机化合物苯的分子结构，却久攻不克，百思不解，一直未能发现其中的奥秘，反而把自己折腾得身心疲惫。1865年的一天夜晚，正在根特书房里编写教科书的凯库勒在火炉边打起了瞌睡。他后来曾回忆起当时的具体景：事情进行得不顺利，我的心想着别的事了；我把坐椅转向炉边。进入半睡眠状态。原子在我跟前飞动：长长的队伍，变化多姿，靠近了，连结起来了，一个个扭动着，回转着，像蛇一样。看，那是什么？一条蛇咬住了自己的尾巴，在我眼前轻蔑地旋转。我如从电掣中惊醒，那晚我为这个假说的结果工作了整夜……。这一夜他确实通宵未眠，灵感启示给他解决问题的线索，使他像遭到电击一样猛然清醒过来，并且立即悟出苯的分子结构是封闭的环形，而不是开放的链形。

文学名著《金银岛》的作者史蒂文森，在他的自传中说过，他大部分的创作灵感都是来自梦。史蒂文森习惯在每晚睡前给自己的潜意识特别的指示，然后要求潜意识为他在梦境中详细延续延伸下去，睡醒后再用笔详细描绘下来。他说潜意识是一群潜藏在内心深处专为自己服务的小精灵，当他找不到写作灵感时，便会将问题交给这些小精灵，对他们说出自己的要求，通常这群小精灵很快便会帮他实现目标。史蒂文森就是在这种情况下完成了二十多本畅销小说。

**3.4.3直觉思维的含义**

直觉思维是创新主体运用有限的经验知识直接组合问题结论的思维方法。直觉思维是瞬间的领悟，是思维程序的高度简缩，是神经回路的新组合，是未经渐进的、精细的推论而越过了许多中间环节一下子将答案呈现在眼前，随后又把简缩的程序再逐步地显现出来，证明结论是否可行，以提出假说的思维方法。

美国著名的社会学家《第三次浪潮》的作者阿尔温 •托尔勒说：“真正的办法——不光对我们来说，人人都不例外——是要有‘预感’。换个更文雅的词，就是要有‘直觉’。”爱因斯坦也说过：真正可贵的因素是直觉。他把科学创造原理的思想表达成这样一个模式：经验——直觉——概念。就创新来说，关键是直觉，通过直觉提出作为创新成果的概念和判断及其组合——假说。直觉思维分为两类：一类是创新主体在自觉或不自觉地思考某一问题时，在大脑中突如其来地产生的使问题得到解决的灵感；另一类是创新主体在机遇观察中闪现出的具有独创性的顿悟，导致了未曾预料的创造。由此看来，灵感和顿悟是直觉思维中具有决定意义的成分，是创新思维中的质的飞跃。

综观科学发展的历史，许多科学家的重大发现都是在经过了长期的冥思苦想的探索之后，达到了思维活动的临界状态，在此状态下，或因外界刺激而受到启发，或因发散思维的联想，使研究者的潜在灵感在顷刻之间爆发出来，利用直觉思维达到渐进过程的中断，百思不解的问题出现了惊人绝妙的转机，在关节点上引起了质的飞跃，例如门捷列夫在将上火车之际，突发奇想，解决了二十年未曾解决的问题，发现了元素周期律；凯库勒通过梦境中的蛇头咬住蛇尾顿悟出了有机化合物苯的环行分子结构；阿基米德在浸入浴盆之际，突发奇想，绝境中解决了使他困惑已久的“王冠之迷”。可见直觉思维中的闪光灵感是创造力的爆发，思维力的升华，表现力的高涨。郑板桥曾赋诗描述灵感的有无对创作的影响，“十日不能下一笔，闭门静坐秋萧瑟。忽然兴至风雨来，笔飞墨走精灵出。”然而灵感不是空中楼阁，不是无源之水，无本之木，“灵感只垂青于有准备的大脑”，灵感是在艰苦的长期积累的基础上，偶尔得之的产物，它要求思维者执著于研究课题，胶着不释，苦思力索，达到挥之不散，驱之不去，才下眉头，却上心头的孜孜以求的痴迷境界，达此境界才能广开思路，逼发智慧，释放潜能，喷涌灵感。诚如彭加勒所说：“出其不意的灵感只是经过了一些日子仿佛是无效的有意识的努力之后才产生的。在做出这些努力的时候，你往往以为没有做出任何有意的事情，似乎觉得选择了完全错误的道路。其实正相反，这些努力并不像原来认为的那样是无益的，它们推动了无意识的机器，没有它们，机器不会开动，也不会产生出任何东西来。”

化学家古特易是一位直觉能力很强的人。一次，他在实验室中同往常一样在努力做实验，不小心将实验用的橡胶掉到桌下备做他用的硫磺上。他遗憾地叹道：“花了好大的劲，全费了。”于是一边发牢骚，一边尽力清除粘在橡胶上的硫磺。但硫磺已渗入橡胶内部，很难除掉。“干脆扔掉算了”，但又觉得好不容易做出来的弃之可惜，就随手放到桌边，碰巧桌旁的炉火烧得正旺。“今天算白干了！”沮丧的他准备回家。然而，他无意中摸了一下放在桌边的橡胶，这一摸非同小可，橡胶居然有了前所未有的优异弹性。他的直觉告诉他，这件事具有重大意义。于是他冷静了一下，用两手把橡胶拉长，橡胶的异常特性使他更为吃惊，即使用两手拉，也拉不断，相形之下，以前的橡胶最多如同年糕，一用力拉就断裂。结果，一种前所未有的具有优异弹性的橡胶发明出来了。

毛泽东打开中美关系的大门，就是从他得知在日本举办的世乒赛上中美两国运动员交换礼物开始的。毛泽东通过这一新奇现象，迅速地捕捉到世界风云变幻的新征兆中美关系解冻新时期的到来，于是他迅速作出决策，邀请美国乒乓球队访华并形象而科学地预言出：小球推动大球。

直觉在创新过程中的作用是巨大的，但并非所有的直觉都能引起的创新。对科学思维中的直觉曾做过专门研究的美国化学家普拉特和贝克曾对此做出调查。结果是：33%的创新者认为自己经常得力于直觉，有50%的科学家认为自己取得新突破的过程中偶尔得益于直觉，17%的人认为自己的创造与直觉无关；在直觉方面，7%的科学家感到他们的直觉从来都正确的，其余的人估计：有10%—90%不等的直觉事后证明是正确的，但也有一些著名科学家认为，他们的大部直觉后来都证明是错误的。

**3.4.4直觉思维的特征**

直觉具有以下基本特征：

**3.4.4.1直接性**

直接经验是产生直觉思维的基础，它产生的机制是：直接经验—— 直觉（顿悟）。也就是说，从直接经验到直觉思维的产生是直接的，既不需要中介又无需有意识的思考，就能够洞察出事 物的实质或变化的规律。爱因斯坦认为“从特殊到一般的道路是直觉的，而从一般到特殊的道路是逻辑性的，”直觉思维就是“直接的顿悟”。

**3.4.4.2瞬时性**

直觉思维与灵感思维一样，它往往是在一瞬间的顿悟过程。 例如阿基米德悟到浮力定律，是在浴盆里洗澡的时候；哈维发现血液循环，是在海边散步想到环球旅行的时候；杨振宁和李政道解决宇称不守恒定律的关键问题，是在纽约餐馆吃饭的时候。当然，他们的这些直觉并不是凭空想出来的，都是以丰富的经验和经久的思索为基础的。

**3.4.4.3顿悟性**

思维主体运用直觉思维获得成果，表现为思想上的一种“顿时领悟”，一种“豁然开朗”。当人们对应解问题魂牵梦萦、冥思苦想、一筹莫展之时，迫使其不得不转移思路，开阔视野，联想类比，使陌生事物同熟知事物联系起来，使抽象东西变为形象东西。不知不觉由于某一信息的刺激，突然间像接通电源一样，接通了解决问题的思路，使创新者顿开茅塞、恍然大悟。直觉思维不像运用逻辑思维那样层层深入，逐步明确地认识事物。

但联想、直觉等思维与创新者丰富的知识储备有直接关系。人的思维活动是由思维主体——大脑完成的。大脑除了将感觉器官所接收的信息进行交换和加工外，还可以将其存储起来，形成记忆表象。当大脑再次受到刺激的时候，会立即将记忆表象唤醒，并与其他信息进行对比和交换，从而形成对事物的再认识。如果没有丰富的知识储备，头脑是一片荒芜的沙漠，是绝对产生不出创新思维的。对此，世界著名数学家高斯在谈到他求证数年而未能解决，后来直觉帮他解决了这一难题时说得好：“终于在两天以前我成功了……像闪电一样，谜一下解开了。我自己也说不清楚是什么导线把我原先的知识和使我成功的东西连续了起来。”不仅没有知识储备不能解决问题，而且没有知识储备根本就不能产生直觉。

**3.4.4.4猜测性**

直觉思维不像逻辑演绎思维那样，只要思维的根据真实，思维形式正确，思维的结果就必须真实。运用直觉做出的断定并非必然真实，而是具有猜测性、试探性的。

**3.4.5直觉思维的作用**

在创新实践中，直觉思维具有以下作用：

**3.4.5.1帮助选择研究目标**

在创新过程中，人们常常会面临目标选择，尤其是当各种目标难分优劣时，往往会陷入无所适从的困境。创新目标的确定，仅靠逻辑推理是无能为力的，有时要借助直觉的启示，敏锐地察觉到目标的深远意义，从而导致重大的发现或发明。这种直觉人称“战略直觉思维”。英国物理学家卢瑟福凭直觉判断，全力投入了原子物理学和原子核物理学的研究，作出了一系列开拓性贡献。事后，他对此大惑不解的是为什么其他物理学家没有去研究原子核，因为沿着这条道路可以在短时间内做出许多重要发现。

**3.4.5.2帮助提出科学假说**

直觉思维能够突破经验思维和理论思维的局限，充分调动思维的潜能，从思维的起点一下子跃到思维的终点，从而创造性地提出新的科学理论、假说或概念。20世纪初，物理学家普朗克提出量子假说，引发了经典物理学的一场革命，爱因斯坦凭借自己非凡的直觉思维能力，把这场革命推向前进，导致了物理学的大发展。又如魏格纳创立“大陆漂移说”，其直觉思维也功不可没。

这里还须强调，直觉思维只是将科学发现推到了一个新的阶段，因为灵感、顿悟只是给予了新观念、新思想的萌芽、火花或片段，它们是间断的、零碎的，甚至是杂乱无章的，还必须经过更加艰苦的逻辑思维的加工整理和论证。

**3.5联想思维和想象思维**

**3.5.1联想思维的含义**

联想思维是由一事物想到另一事物的思维过程。如由当前事物想到过去发生的事物，或由当前事物预计到将来将要发生的事物，都属于联想。

如《荷塘月色》中作者由眼前荷塘里的荷花，想到了江南“采莲的事情”，由树缝里漏着的一两点路灯的光想到了“渴睡人的眼”，由“树上的蝉声与水里的蛙声”想到“热闹是他们的，我什么也没有”就属于联想。

联想思维是以事物的普遍联系为基础的。我们所面对的世界是一个普遍联系的世界。现代科学证明，世界不仅存在着纵向联系，而且存在着横向联系，纵向联系与横向联系交织在一起，构成了普遍联系的整体性。世界上每个事物都和其他每个事物联系着，不同的东西经过大量的中介过程统一起来。任何事物都是世界发展链条上不同的环节，在自然界中，从巨大的天体星系到细微的原子核内部的基本粒子，从无机界到有机界，无不处在普遍联系之中。在生物和环境之间，生物和生物之间，都是相互联系、相互作用的，它们组成复杂的生态系统。其中，每一个因素既受到周围其他因素的影响，又反过来影响其他因素。在人类社会中，各类事物也是普遍联系的。人类社会和自然界虽然有质的区别，但也是相互联系、密不可分的。人类的出现和人类社会的形成，是自然界长期发展的结果，而且只有在同自然界的相互作用中，人类社会才能存在和发展。社会生活的各个方面，从经济、政治到思想、文化，无不处在普遍联系之中。国民经济中的各个部门、各个环节，也都是相互联系、相互制约的。科学史表明，把人们通常看来似乎没有联系的事物联系起来，往往是科学上的重大发现。数学上，把三角形与圆联系起来，就创立了三角理论；把粒子性（非连续性）与波动性（连续性）结合起来，就确立了量子力学；把生物有机体与环境联系起来，就建立了生态学。

联想是多种多样的，如空间上的联想、时间上的联想、性质上的联想、因果联想、直接的联想、间接的联想、内部的联想、外部的联想，本质的联想、非本质的联想，必然的联想、偶然的联想等。通过一事物与他事物的多种多样的联系从而联想到其他事物。例如，由圆珠笔联想到钢笔、毛笔、字、稿子、墨汁、塑料、书、吹肥皂泡、圆球、学生、作者等。假如每种事物可以同10种事物发生一级联想的话，那么，10种事物中的每一种又可以同另外10种事物发生二级联想，这样无限地进行下去，这样世界就成了由联想关系构成的整体。例如圆珠笔和月亮，是风马牛不相及的，但通过联想可以使它们发生联系，圆珠笔——字——读书——台灯——晚上——月亮。

**3.5.2联想思维的分类**

在这里，把联想划分为相似联想、伴生联想、对比联想、因果联想。

**3.5.2.1相似联想**

相似联想是以性质上的相似关系为线索，由一事物想到与该事物相类似的事物的思维过程。

广东省海康菜品公司的科研工作者，经多年研究实验，培育出人工牛黄。他们在研究中发现，牛黄是由于牛胆囊里混进了异物，以它为核心，周围凝集了许多胆脏的分泌物，日积月累，逐渐形成了胆结石。人工牛黄的培育是他们由河蚌育珠产生相似联想而得来的，既然河蚌经过人工插片能育出奇光异彩的珍珠来，那么，也可以给牛接种异物，培育世上少有的牛黄。于是，他们选择丧失役用价值的菜牛做实验，在牛的胆囊里埋进异物。经过一年左右，他们从牛的胆囊里取出的结石与天然牛黄一样。他们的联想思维过程是：已知牛黄和珍珠在一些属性上相同，都是动物体内混进异物，然后以异物为核心，周围凝集了许多动物的分泌物，逐渐形成的；又知珍珠可以通过在河蚌体内进行人工插片培育出来，从而推知，给牛接种异物，也应该培育出牛黄。

法国著名的生理学家德巴赫，他曾为研究动物机体同感染作抗争的机制问题伤透脑筋。一次，他仔细观察海盘车的透明幼虫，并把几根蔷薇刺向一堆幼虫扔去。结果那些幼虫马上把蔷薇刺包围起来，并一个个地加以“吞食”。这个意外的发现使德巴赫联想到自己在挑出扎进手指中的刺尖时的情景：刺尖断留在肌肉里一时取不出来，而过了几天，刺尖却奇迹般地在肌肉里消失了。这种刺尖突然消失的现象成为一个谜，一直困扰着他。直到现在他才领悟到，这是由于当刺扎进了手指时，白血球就会把它包围起来，然后把它吞噬掉。这样就产生了“细胞的吞噬作用”这一重要理论，它表明在高等动物和人体的内部都存在着细胞吞食现象，当机体发生炎症时，在这种现象的作用下，机体得到了保护。

目前世界上的爆破技术，能将一幢高层建筑炸成粉末，同时又不影响旁边的其他建筑物。医学家们由此联想到了医治病人的肾结石。他们经过精确的计算，把炸药的分量小到恰好能炸碎病人肾脏里的结石，而又不影响人的肾脏本身。这种在医学上被称为微爆破技术的治疗手段，为众多肾结石病人解除了病痛。

仿生学的建立，是联想思维在研究自然现象中的应用，有很多的发明创造都和联想思维直接相关。在实践中，联想思维作为一种发现的方法，很早以来就为人们所利用。例如，人们看到鱼在水中游来游去，便加以模仿，先是用木材仿照鱼的体形做成船体，继而仿照鱼的胸鳍和尾鳍，制成了双桨和单橹，因而取得了水上行动的自由，然后才从古代的独木舟逐步发展到了今天的现代化船舶。在茫茫的雪原上，由于雪地上摩擦力太小，车轮只能不断地空转，前进极为困难，可生活在冰天雪地的南极企鹅，由于它早已适应了这种生活环境，只要扑倒在地，把肚子贴在雪地表面上，蹬动起作为滑雪杖的双脚，就能以每小时达三十公里的速度滑行前进，人们由此得到启示，从而设计并制造出了一种“极地越野汽车”，它用宽阔的底部贴在雪上，用转动的“轮勺”扒雪前进，行驶的速度每小时可达五十公里。其他，如仿照沙漠地区袋鼠跳跃前进的运动方式，人们研制出无轮汽车——跳跃机；模仿尺蠖一屈一伸前进的方式，设计了一种带有行走部分的轻型坦克；人们受到蝙蝠夜间可以在密如蜂网的障碍物中准确穿行并捕到食物的启发，而发明了雷达。

**3.5.2.2伴生联想**

伴生联想是由一事物想到与该事物在空间上或时间上相接近的事物的思维过程。例如，由埃菲尔铁塔想到美国的帝国大厦，由贝多芬想到莫扎特，由衣服想到床单，由火柴想到打火机，由篮球想到气球，由相片想到油画这是空间联想。由日落想到傍晚，由摩擦想到生热，由堵车想到迟到，由下雪想到路滑，由台风想到房塌这是时间联想。

德国气象学家魏格纳提出著名的大陆漂移假说所运用的接近联想，也是既包括空间接近联想，也包括时间接近联想。有一次，他卧病在床，一遍又一遍地看到墙上挂着的一幅世界地图，他发现，在大西洋两岸，非洲西部的海岸线和南美洲东部的海岸线正好彼此吻合，这使他逐步形成了这样的联想：在空间上，它们原是连在一起的同一块大陆；在时间上，它们是长期逐渐演变的结果。后来经过长时间的研究，他在1915年出版了《大陆与海洋的起源》一书，以多门学科的丰富知识和资料，对他自己提出的“大陆漂移说”进行了广泛的论证。他设想地球原来只有一块陆地，即所谓“泛大陆”，它的周围全是海洋。由于天体的引力和地球自转所产生的离心力，使这块大陆后来分裂成了许多块。这些大陆块就像冰块浮在水面上一样，逐渐地漂移、分开，越漂越远，后来其中一块不断向西移动便形成了现在的美洲，美洲与现在的欧洲之间就形成了大西洋。现在的非洲有一半脱离“泛大陆”后向东移动，在漂流过程中，它的南端沿顺时针方向略有扭动，于是逐渐同印巴次大陆分离，在它们之间便形成了印度洋；而漂移出来的部分便成了现在的南极洲和大洋洲。魏格纳提出的这一假说，对研究地球的演变是有极其重要的意义的。

**3.5.2.3对比联想**

对比联想是指通过事物之间互相矛盾或互相反对的关系进行的联想。例如，由冷想到热，由扩大想到缩小，由集中想到分散，由快想到慢，由圆想到扁等。对比联想是以矛盾着的双方的互相排斥的对立属性为基础的。万事万物中存在着对立的双方，在自然界中，吸引和排斥、化合和化分、凝聚与扩散、裂变与聚变、同化与异化、遗传与变异等等；在社会领域中，市场上的竞争、战场上的厮杀、学术上的争鸣、看法上的争议、批评与自我批评等都是相互对立的。

《易经》以阴阳的变化来解释世界，并称“一阴一阳谓之道”，这就把阴阳的矛盾看成是变化发展的根本之道。中国哲学家历来认为，“万物莫不有对”。春秋末晋国太史史墨提出“物生有两”。

老子在《道德经》中提出了关于有无、阴阳、大小、强弱、静躁、正反、生死、存亡、兴废、美丑、善恶、攻守、治乱、古今等一系列相反相成的概念。在尔后的发展中，中国哲学对矛盾的认识达到了很高的水平。王安石说，万物“皆各有耦”、“耦之中又有耦 。朱熹认为，万物“无独必有对”，“万物皆有两端”，不仅任何事物都存在着“对”，而且“独中又自有对”。“反者道之动”、“相反相成”、“一物两体”、，“阴阳大化”、“一分为二”、“合二而一”等等，都是中国传统哲学对矛盾观念极其深刻的理解和表述。

我国诗人王维写过这样的名句：“大漠孤烟直，长河落日圆。”句子中所描写的景象都是常见的。而王维从“直的孤烟”，通过对比联想，想到了“圆的落日”，把它们组合在一起，便构成了一幅富有诗情画意的动人景象。

在学习数理化知识时，也同样可以运用对比联想以帮助理解和记忆，把那些互相对立的定理、公式和规律归纳在一起学习。比如遇到正数和负数，实数和虚数，乘方和开方，微分和积分等相对立的概念，就可以进行对比联想。又如在记忆圆锥曲线时，采用对比联想法去理解和记忆，与椭圆双曲线和抛物线的定义、方程、图形、焦点、顶点、对称轴离心率等性质相对比，效果相对会好一些。

**3.5.2.4因果联想**

因果联想是以事物间的因果关系为线索，由一事物联想到另一事物的思维过程。

因果联想是以事物之间的因果联系为基础的。世界上任何一个现象的产生都是有原因的，或者说，任何一个现象都是由于一定的原因而产生的结果。在自然界和社会中，无论什么现象，都是由另一个或另一些现象所引起的，而无论什么现象，也都会引起另一个或另一些现象。引起某种现象产生的现象就是原因，由其他现象所引起的现象就是结果。例如，机械运动通过摩擦、碰撞转化为热、光、电等现象，这里摩擦、碰撞的机械运动是原因，热、光、电等现象就是结果。风吹草动，风吹是原因，草动是结果；熟能生巧，熟是原因，巧是结果。地球的自转引起了昼夜的交替，地球绕太阳运转产生了春夏秋冬四季的变化。地球的自转和昼夜交替之间，地球绕太阳运转和四季的变化之间就是因果联系。两个现象之间只要具有决定和被决定，引起和被引起的关系，它们之间就存在着因果联系，只要是因果联系，那么这两个现象之间就一定是一种决定和被决定、引起和被引起的关系。澳大利亚种植甘蔗的人们在收获时，发现了有一批甘蔗的产量意外地提高了50%，原因是种甘蔗前一个月有一些水泥洒落在这里，经过反复研究，发现正是水泥中的硅酸钙使这片酸性土地得到了改良，提高了甘蔗产量，于是创造出了水泥肥料。

**3.5.3想像思维的含义**

想像思维是指思维主体对感知的事物和材料进行新的构建而创造出新形象的思维过程。即从保存在记忆中的表象出发，把这些表象以不同的方式组合起来，形成新的形象或构想的一种思维过程。也就是人们将过去经验中已形成的一些暂时联系进行新的组合，形成新的形象。它是人类特有的对客观世界的一种反映形式。

想像具有较少的约束力，在想像中，人们既可以从现在回溯人类的远古时代，又可以从远古时代而想到遥远的未来；既可以在想像中飞离地球进入银河系中的任何一个星球，又可以从一个星球转移到另一个星球。

郭沫若同志在《科学的春天》一文中说：“科学是讲求实际的。科学是老老实实的学问，来不得半点虚假，需要付出艰巨的劳动。同时，科学也需要创造，需要幻想，有幻想才能打破传统的束缚，才能发展科学。科学工作者们，请你们不要把幻想让诗人独占了。嫦娥奔月、龙宫探宝、《封神演义》上的许多幻想，通过科学，今天都变成了现实。”这里，郭老所讲到的“幻想”即是想像。

法拉第把孤立的电现象和磁现象联系起来想像，发现了电磁感应现象；又根据电磁感应现象构建出发电机新模型并发明了世界上第一台发电机。“现代火箭之父”齐奥尔科夫斯基从奔驰的火车，想像出实现航天飞行的理想客体是“火箭列车”。富尔顿首先通过“想像的眼睛”看见在大洋里航行的帆船，并构建出理想客体——汽船模型，通向了发明汽船之路。莱特兄弟也是用“想像的眼睛”看见了空中飞翔的鸟儿，构建出理想客体——飞机模型，从而通向发明飞机之路。马可尼用“想像的眼睛”看见了千万里通讯的情景，构想出理想客体——无线电模型，通向了发明无线电之路。爱因斯坦用“想像的眼睛”直觉到一个人“追光”的情景，构想出“追光’思想实验，通向了创立狭义相对论之路。

想像是以感性思维为基础的。感性认识属于对事物的现象、事物的各个片面、事物的外部联系的认识。感性认识包括感觉、知觉和表象三种基本的心理反映形式。感觉是通过人的各种感觉器官对事物的个别属性和特性的反映，是意识和外部世界的直接联系；知觉是多种感觉组合而成的整体，它能够反映出对象的具有可感性质的整体性结构和特性；表象是大脑对过去感觉和知觉的回忆和再现，是曾经作用于人的感觉器官的那些客观对象的形象的再现和重组。如果说感觉和知觉是客体的刺激直接作用于主体的感觉器官而在人脑中形成的感性映象，那么，表象则是客体的刺激消失后保留在记忆中的感性映象，而且这种映象既可能是原有客观对象形象的再现，也可能是对原有客观对象形象的分解和重组。即感觉、知觉反映当前事物的形象，记忆反映过去感知的事物的形象，想像则反映未曾经历过的或现实中不存在的事物的形象。

想像又是与理性思维联系在一起：判断有助于使想像保持正确的方向，而想像则有助于明确判断；分析可以增强想像；提高想像的效果，而想像又可以对分析起引导和示向作用。想像如奔马，判断如缰绳。美国科学幻想小说作家坎贝尔说：优秀的科学幻想作家应该是个“放风筝”的能手。幻想就如风筝，飞得越高越好，但不能离开手中的线。手中的线就是科学。法国启蒙思想家伏尔泰说，合理的想像只有跟深锐的判断力一道才能发挥作用。歌德说过：“有想像力而没有鉴别力是世界上最可怕的事情。”他还说过：“想像超过感觉之上而又为感觉所吸引。但是想像一发觉向上还有理性，就牢牢地依贴着这个最高的领导者……，它越和理性结合，就越高贵。”

**3.5.4想像思维的分类**

想像可分为填充想像、纯化想像、预示想像、组合想像。

**3.5.4.1填充想像**

填充想像是指在仅仅认识了某事物的某些组成部分或某些发展环节的情况下，在头脑中对该事物的其他组成部分或其他的发展环节加以充实、填补，而构成一个完整的事物形象的发展过程。填充想像不拘泥于现有的实际材料，而是一种对实际材料的“超越、突破”，对未知对象的性质及其未来的猜测。医生根据患者的某些症状，就能推断出他的其他症状；古生物学家根据一具古生物的化石就能推断出古生物的原有形态；人们看到了桌子的一部分，就能想像出整张桌子的形象和结构；看到了设计蓝图，就能想像出将要耸立的建筑物；听到了目击者提供的某些情况，就能想像出罪犯的模样。这些都是利用了填充想像。

亚里士多德通过月牙上的弧形阴影联想到地球可能是圆形的，他就是将这个弧形阴影加以延伸和改造，用一个想像中的球形物填补于其中而天衣无缝，从而获得这一预见的。正因如此，列宁曾高度评价过想像在科学创造中的重要作用，他认为“幻想是极其可贵的品质”。想像不仅对于提出科学假说和新的科学概念具有重要作用，而且也是“思维实验”和“模型方法”的重要手段。思维实验可以使人们摆脱技术条件的限制，对假定条件下可能出现的现象和过程进行想像，勾画出可能出现的图景。如经典力学的奠基人伽利略曾想像：在一个比冰还要光滑的磨擦系数等于零的平面上，一小球一旦进入运动状态，且不施加任何外力时，它将无休止地运动下去。牛顿在这个思维实验基础上总结出了著名的惯性定律。爱因斯坦创立相对论，也首先是从想像光速运动的“思维实验”开始的。在科学研究中，任何一个理想模型的构思，都不能没有想像。

在19 世纪末之前，物理学家只知道原子里有带正电荷的粒子和带负电荷的粒子，却不了解原子的内部是个什么样子。因为原子太小，以当时的技术手段，用实验的方法还不可能弄清楚它的内部结构。是填充想像思维法助了物理学家一臂之力，最终研究出了原子的内部结构。19世纪末20世纪初，物理学家们通过填充想像，建立了多种原子结构模型。其中汤姆逊的葡萄干面包模型和卢瑟福的太阳系模型算是最合理的模型。汤姆逊对原子的想像是：带负电荷的粒子，有如葡萄干一般，镶嵌在带正电荷的粒子所构成的现状实体内，它就像一个没有空隙的面包；卢瑟福把原子想像为：带负电荷的粒子，像行星围绕太阳一样，围绕着带正电荷的、占据原子质量绝大部分的原子核旋转。

“深山藏古寺”，要求画者画出这个古寺是“藏”在深山里的。在画画之前，应先在头脑里进行充填想像：想像山里有一座庙，它建在山中某个僻静的深处，从远处看，或从正面看，是看不出来的。但又要让人能从画面上知道这座山里有庙。这该怎么画呢？有的人画了一个和尚挑着一桶水往山里走去；有的人则只画出在一个山峰上飘扬着寺里所挂的旗幡，……这里不但画者要善于进行充填想像，才能画好；欣赏者也得具有充填想像能力，才能领悟到艺术构思的巧妙与艺术表现的含蓄。

**3.5.4.2纯化想像**

纯化想像是指在大脑中暂时抛开事物的某些方面以及与所考察事物无关或关系不大的事物的因素或现象，而构成深刻反映事物本质的单纯化、简单化、理想化的形象。借助想像，人们可以思考客观世界所没有的或不可能看到的东西。比如在现实生活中，找不到没有大小的“点”、没有粗细的“线”、没有厚薄的“面”，但是这些在头脑中却可以想像出来，由此几何学中“点”、“线”、“面”的概念便应运而生了。

客观世界的事物是错综复杂、千姿百态、千变万化的，事物的本质和规律往往被形形色色的表面现象所掩盖，甚至会被许多假象所掩盖，真假交织，鱼龙混杂；同时，事物又总是处在与其他事物的千丝万缕的联系之中。为了透过现象看本质，更好地认识事物的本质和规律，常常要撇开研究对象的复杂多变的实际面貌，撒开它与其他事物的千丝万缕、错综复杂的联系，而在头脑中将它们简单化、单纯化、理想化。例如，苹果落地、房屋倒塌、河水流动、飞机坠落、卫星遨游、陨石降落、海潮汹涌澎湃、流星划过长空、地球绕日旋转、太阳东升西落、星系演化发展、黑洞现象形成，等等，这些众多现象的表现形态可谓多姿多态、千差万别，可我们可以将这些现象，单纯化抽象出它们共同的本质，即引力的作用。再如，为了弄清楚人体经络的分布，在思考时可以把人的骨骼、血液、内脏等部分全都舍弃掉，而想像出纯粹由经络构成的“人”。这样“纯化”以后的人，虽然不再是有血有肉的活生生的、真实的人，但它却能帮助我们更好地弄清人体的经络分布的情况。

法国工程师卡诺于1824年想像过一部理想化的蒸汽机。通过对理想化蒸汽机的研究，卡诺深刻地抽象和概括出了具体的蒸汽机的本质特征，阐明了热机效率的极值问题。虽然这种理想化了的蒸汽机在现实中是根本不存在的，但在当时，如果不进行这样的纯化想像，也就不可能从理论上深刻地认识蒸汽机。后来，德国科学家克劳修斯正是在卡诺的纯化想像的基础上，才得出了热力学的第二定律。

爱因斯坦曾想像过：当一个人坐在电梯里，电梯的钢缆突然断了，这个人便开始了自由落体运动。这时，如果电梯里的人扔下手表，那么站在地上的人会看到，这只手表也以同样的加速度在下落。可是在电梯里的那个人看来，这只手表对于他来说却是静止不动的，仍然停留在他的身边。运用这样的纯化想像，爱因斯坦从中发现了“等效原理”。爱因斯坦在创建相对论的过程中设计过一系列的“思想实验”（英国数学家布罗诺夫斯基干脆把“思想实验”称为“想像实验”）。除了“电梯实验”外，爱因斯坦还进行过“火车实验”、“追踪光速实验”等其他的思想实验，它们都是纯化想像的产物。

**3.5.4.3预示想像**

预示想像是在已有的知识、经验、形象的基础上，在大脑中构成当前尚未存在，而未来可能产生的某种事物的现象。

心理学家希尔曾进行过有名的“投篮心理意象”实验，他将受试者分为三组，第一组学生在20天内每天练习实际投篮20分钟，并把第一天和最后一天的成绩记录下来。第二组学生记录下第一天和最后一天的成绩，但在此期间不做任何练习。第三组学生记录下第一天的成绩，然后每天花20 分钟做想像中的投篮。如果投篮不中时，他们便在想像中做出相应的纠正。实验结果可能把你吓一跳：第一组进球增加了24%，第二组因为没有练习，毫无进步；第三组每天想像练习20分钟，进球增加26%。

凡尔纳有着非凡的想像力，他在无线电尚未发明之前，已想出了电视；在离莱特兄弟制成第一架飞机还有半个世纪之遥时，他竟描绘出了直升飞机；甚至在他的《月亮旅行记》中，他讲述了可以乘坐炮弹到月球去的宇航设想。凡尔纳曾在1861年出版的一部小说里曾描写了他的以下想像：美国的佛罗里达州将设立一个火箭发射站，从这里发射出飞往月球的火箭。像是亲身经历过似的，他还具体描绘了飞行员在宇宙飞船里失重的情景。使人难以置信的是，刚好在一百年以后的1961年，美国真的在佛罗里达州发射了人类的第一艘载人宇宙飞船，而且宇航员的“失重”等许多情景，真的就像凡尔纳在书中所想像和描绘的那样。后来的事实表明，直升机、雷达、导弹、坦克、电视机等，都早就在凡尔纳的小说中有了雏形。

第二次世界大战初期，德国人制造的潜水艇，与凡尔纳小说中所描写的相差无几。第一个把宇宙火箭送上天空的俄国科学家齐奥尔科夫斯基，就是从凡尔纳的科幻小说《从地球到月球》中得到启示的。被称为“潜水艇之父”的发明家西蒙莱克，在他的回忆录中写的第一句话便是：“凡尔纳是我生命的总导演。”第一个完成北极飞行的飞行员阿特米纳也曾说过：“给我领航的就是凡尔纳。”

巴金的小说《家》，感动过千千万万的青年读者，这部小说是怎样写成的呢？巴金曾说过：“我写《家》的时候，我仿佛在跟一些人一同受苦，一同在魔爪下面挣扎，我陪着那些可爱的年轻生命欢笑，也陪着他们哀苦。我一个字一个字地写下来，我好像在挖开我记忆的坟墓，我又看见了曾经使我心灵激动过的一切。”《父与子》是屠格涅夫的传世之作，其所以有如此优秀的作品，原因之一正在于作者在写作之前连续数年都把自己想像为该书的主人公巴扎洛夫，并以巴扎洛夫的身份、观点记着日记。这表明思维只有鼓起想像的风帆，才能遨游于创造活动的汪洋大海之中。由此可以看出，无论对于科学还是文学或其他，想像都具有十分重要的作用。

**3.5.4.4组合想像**

组合想像是创新主体为了解决某种疑难问题而在原型启发物的诱发下，在头脑中，对某些事物形象，或者整个地、或者抽取出它们的一些组成部分，根据某种需要，将它们组合成为另一种有其自身结构、性质、功能与特征，而又与原型启发物不同的新的事物形象。新颖、独创、奇特是组合想像的具体特征。

通过组合想像，在头脑中可以将一些本来没有多少联系，甚至毫无联系的事物形象，组合成为人们见所未见、闻所未闻的新的事物形象。把这种想像付诸实现，那就可能或者使一些事物组合成新的事物，或者在一些事物之间建立起新的联系。所以，爱因斯坦说：“找出已知装备的新的组合的人，就是发明家。”组合想像广泛运用于各个领域。拿设计、开发新产品来说，就是要善于以新的观点、从新的角度，找到不同产品之间的恰当的结合点，而且往往结合的产品越不相同，就可能越有创新价值。

一位模板组装式家具的发明者，在电视记者问及他是怎么想到这种方案时，他回答说是从汉语拼音几十个字母能够组合拼出成千上万个单词得到的启发。与此相仿，儿童玩具积木，机械设计中的模块化，建筑业中的预制件组合装配施工，以至我国古代发明的活字版印刷术的组合等等，虽然用途各异，却都有相同的哲理：组合原理。即将标准的要素组合成不同的整体，来解决设计要求标准化与使用要求多样化之间的矛盾。

组合可以有以下种类：添加组合、同物组合、异物组合、分解组合。

①添加组合。磁化杯主要由杯胆、杯壳、杯盖和磁块所组成。当旋动杯盖时，安装在杯盖内的磁块相对杯壳底的磁块产生运动，使磁场产生变化。经磁化处理过的水，其溶解度和溶解氧的性能均有所提高。这种微小的物理变化，造成水的浸润性和渗透性加强。当人饮用磁化水后，有利于体内各循环系统的障碍物的溶解和排出，促进人体新陈代谢，从而具有保健的功能。显然，这种磁化杯与普通杯的区别，只不过是在杯子上另外添加了两块磁铁而已。

我国有一家钟表厂生产了一种四用组合挂钟，基本的作用还是看时间。挂钟两旁的四个小窗户发出柔和的灯光，作为壁灯适宜看电视用。钟的下方直射的灯光，作为台灯，可供看书学习。门外如有人按门铃时，钟上的红灯会闪闪发光，并且发出悦耳的响声。这也属于添加组合。

②同物组合。通常电风扇因为只有一面叶片，所以只能向一个方向送风，即使加上摇头装置，也无法同时向多个方向传递凉意。三轴电风扇以一个强力主马达经精密特殊的传动，带动三面叶片同时运转送风，并附有电脑控制器，可控制三面叶片做360度回转或定点式三个方向同时送风，以加速空气对流。与现有电风扇相比，这种“球面魔扇”具有较多的优点。

《田忌赛马》的故事：齐王要与大臣田忌赛马，各出上中下三匹马。田忌总是不敌齐王。这时，田忌的手下孙膑教给他一个必胜的战略，那就是用上等马对齐王的中等马，用中等马对齐王的下等马，用下等马对齐王的上等马，这样就可以以2比1战胜齐王了。我们看到，田忌用的还是先前的三匹马，只不过是改变了出场的组合，其结果便发生了质变。

③异物组合。橡皮头和铅笔杆原来是各自独立的两个东西。美国画家海曼因嫌自己粗心，常常在作画中找不到橡皮，一生气，就索性将橡皮绑在铅笔上。谁知这一情景被朋友威廉瞧见，他想：将橡皮与铅笔合二为一，岂不方便？于是，他发明出既有橡皮功能，又发挥铅笔作用的带橡皮头的铅笔并申请了专利。这件“小发明”，却给发明者带来了巨大的财富。

“机电一体化”，是日本学者首创的新概念，从词意上讲，机电一体化就是机械技术与电子技术的组合。机电一体化技术比起单纯的机械技术或电子技术更具优越的性能，并能促使组合体产生质的飞跃。例如，普通的X 光机和电子计算机，都无力诊断人的脑内疾病的问题。但是，豪斯菲尔德将二者有机组合，发明出CT 扫描仪后，这类诊断难题便迎刃而解，医学界多年梦寐以求的理想成为现实。CT扫描仪是20世纪医学界最重大的一项发明创造成果。

近年来，一些西方发达国家还出现了一种出售“组合商品”的趋势。所谓组合商品，就是厂商出售零部件由消费者自己去动手组装的商品。它特别迎合了年轻人好动好奇的天性。现在人们收入增加，休息时间增多，组合商品正日益成为热门货。美国市场上出售的组合商品，不仅有玩具、家具、音响装置、通讯器具、照明器具、照相器材等，还包括彩色电视机、游艇、摩托，甚至包括汽车、飞机，几乎无所不包、应有尽有。美国一家航空公司1972年半年时间就出售了100架飞机的组装零部件。一个组合商品制造商曾这样说：“自己亲身动手来做，做好后所能享受到的愉悦是无法比拟的。组合商品已成为迎合人们追求时髦的一项新玩意儿。”从培养提高组合想像的创新思维能力这一角度来看，自己自由想像并亲自动手组装各种物品，无疑是一种有益、有效的锻炼方式。

④分解组合。任何事物都可以看做是由若干要素构成的整体。各组成要素之间的有序结合，是确保事物整体功能或性能实现的必要条件。如果有目的地改变事物内部结构要素的次序并按照新的方式进行重新组合，以促使事物的功能或性能发生变革，则是重组创新方法的运用。分解组合也可以说是一种切割组合创新。

一般电冰箱都是上冷下“热”，即冷冻室在上，冷藏室在下。某家用电器公司在开发新产品时，别出心裁，对电冰箱的结构进行重组，结果开发出冷藏室在上，冷冻室在下的上“热”下冷式电冰箱。经过重组后的电冰箱具有三方面的优点：其一，增加了用户使用的方便性。电冰箱在实际使用中常用的还是往冷藏室贮存熟食、水果、饮料等，冷藏室在下时要弯腰取存东西，冷藏室上移后不再有此令人不舒适的动作；其二，冷冻室在下面，化霜水不再对冷藏室内的东西造成污染；其三，冷冻室下置方案利用了冷气下沉原理，使负载温度回升时间比一般冰箱延长一倍，减少耗电，节约能源。

**3.6求同思维和求异思维**

**3.6.1求同思维的含义**

所谓求同思维，是指在两个或两个以上的不同事物之间，找到它们的相同、相似之处。即求同思维是寻求问题的共同点。我们已经知道，“世界上没有两片完全不同的树叶”，任何两种事物或者观念之间，都有或多或少的相同点。我们在思维中抓住了这些相同点，便能够把千差万别的事物联系起来思考，从而发现新创意。

如细胞学说的诞生，正是德国生物学家施莱登和施旺在1838至1839年，于相异的动物和植物中分别找到了结构和功能相同的东西——细胞。能量守恒与转化定律的发现也是求同思维的结果。这一定律是19世纪由迈尔、焦耳、格罗夫、赫尔姆霍兹、柯尔丁等人几乎同时发现的。他们中有的是医生、有的是律师、有的是大学教授、有的是业余科学家。各人所从事研究的对象各不相同。但在这各不相同的领域中却存在着共同的东西，这就是为他们所发现的能量守恒与转化定律。

在欧洲中世纪，活版印刷机是由古登堡发明的。据说，古登堡首先研究了硬币打印机，它能在金币上压出印痕。可惜印出的面积太小，没办法用来印书。接着，古登堡又看到了葡萄压榨机，那是两块上下相对的很大的平板，成串的葡萄放在两块板之间便能压出汁水。古登堡仔细比较了两种机械，从“求同视角”出发，把二者的长处结合起来，经过多次试验，终于发明了欧洲第一台活版印刷机。

**3.6.2求异思维的含义**

创新思维能力的培养既需要求同思维又需要求异思维。所谓求异思维，是指在相同或相似的两个或两个以上的事物中，寻找它们的相异之处。即求异思维是分析问题的差异。“世界上没有两片完全相同的树叶”，这是因为每一种具体事物都具有无穷多的属性，因而任何事物之间都不可能完全相同，都有或多或少的差异。求异思维是形成世界的丰富性、多样性的客观基础。

施耐庵塑造的同为杀富济贫、替天行道的梁山好汉，但一百零八人各有不同的性格风貌，个个栩栩如生，呼之欲出。曹雪芹描述的金陵十二钗，虽然个个俊秀乖巧，但又各具风采，所记述的八十一梦，梦梦有别。这都是求异思维的灵活运用。

求异思维现已成为了商家的经营之道。例如，可口可乐的品种不多，之所以受到各个层次人们的喜欢，成功的秘诀之一就是针对不同的消费者使用不同的产品包装。该公司一改往日单一的玻璃瓶包装的形式，对低收入者阶层采用成本低、耐贮存的塑料瓶包装；对高收入者采用携带方便、符合时尚的易拉罐包装；对零散消费者准备了散装可口可乐。另外，针对男女消费者的不同口味，公司推出了雪碧、芬达等饮料。最难能可贵的是可乐的红色、雪碧的绿色、芬达的橙色包装，给人以极佳的视觉效果。丰富多彩的包装形式，满足了不同消费群的需要。

传说有这样一个故事：太平洋的某一个岛上，有一天，一前一后来了两个分别属于两个国家、两家皮鞋厂的推销员。他们都在岛上逛了一圈，都对岛上的市场作了一番调查了解。第二天，这两个推销员各自都给厂里发回了电报。先到的那个推销员发回的电文是：“此岛无人穿鞋，皮鞋无销售市场，我于明天返回。”后到的那个推销员发回的电文是：“此岛目前无人穿鞋，皮鞋销售前景很好，我将在此住一段时间。”第三天，先到的那个推销员便离岛回厂去了，后到的那个则留下来设计了一幅只有人物形象、没有文字说明的广告。广告上画了当地的一个壮汉，粗眉大眼，虎背熊腰，肩上扛了一大串猎物，脚上穿了一双黝黑发亮的大皮鞋，显得十分威武。岛上的人看了这幅广告画，纷纷打听画上那个壮汉脚上穿的是什么东西，哪里能够买到。就这样，这位推销员很快便在这个岛上开辟了皮鞋销售市场。前一个推销员从一种“常情常理”的角度看：“无人穿鞋便无人需要买鞋”，于是得出了“留岛无事可干”的结论。后一个推销员从新的视角看：“无人穿鞋蕴涵着皮鞋销售的巨大潜在市场”，则得出了“留岛大有作为”的结论。这里两人的思维方式是完全不同的。

求异思维常用于解决争端。在1970年埃及和以色列的和平谈判中，双方就西奈半岛问题争执不下，使得谈判多次破裂。以色列坚持要继续占领西奈半岛的一部分，而埃及则要求全部收回半岛的主权。双方在这个问题上寸步不让，以至调停者反复在地图上划出分界线，但是都无法达到双方满意的程度。后来，调停者经过多次比较研究，终于找到双方争执的差异点所在：以色列最关心的是国家安全，担心埃及的军事力量过分靠近自己，因而不愿放弃西奈半岛这座天然屏障；而埃及最关心的则是国家主权，希望全部收回西奈半岛，以保持自己的领土完整。这样一来，问题很快得以解决：以色列把西奈半岛全部归还埃及，满足了埃及“领土完整”要求；而埃及则保证西奈半岛大部分地区的非军事化，从而满足了以色列“边界安全”的要求。

客观世界本身就是相似性与差异性的统一，同中有异，异中有同。这就决定了以创新思维为宗旨的思维方式，必须坚持求同思维与求异思维的辩证统一。黑格尔说：“假如一个人能看到当前即显而易见的差别，譬如能区别一支笔和一头骆驼，我们不会说这个人有了不起的聪明；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。”

**3.6.3求同思维与求异思维的启示**

求同思维与求异思维给我们以下启示：

**3.6.3.1要善于在相异的事物之中把握其相同本质**

面对纷繁复杂、千变万化的大千世界，我们务必不要被事物的外在差异性所迷惑，而应细心观察、精心思考，努力从差异中去寻找事物的共同本质。一旦找到了各种不同事物的共同本质，就是思想的一种突破和深化。事实上，任何真正的创新都是辩证的否定，是对旧事物的既克服又保留，因此它是同的基础上的异，是异中有同，是求异与求同的统一。光有异，没有同，就成了人们无法理解、无法接受的东西。如爱因斯坦的相对论并非完全否定牛顿的经典力学，它们只是各有自己的应用领域罢了。

英国科学家戴维•开林在化学方面的重大贡献，就是求同思维的结果。在戴维•开林之前，人们已经发现在很不相同的动植物间存在一些本质性的相似。如在植物中，高至参天的松柏，小至原始的藻类，都存在相似的叶绿素；在动物中，从精明能干的人类直至低等的软体动物，大都存在着赖以生存的血红素。而叶绿素和血红素这两种不同的物质，都能与空气中的二氧化碳和氧发生作用，因此而成为动植物能源的供应者。那么，叶绿素与血红素在功能上的相似是什么促成的呢？戴维•开林经过悉心研究、长期思考，终于在1961年证明：动物的线粒体呼吸链与叶绿体非环状光合氧化还原链的化学原理是基本相似的，因而获得了1978年诺贝尔化学奖。后来又进一步证明，不同的叶绿素与血红素的化学结构也存在相似，都是卟啉络合物。因而，在现实生活中，看来是风马牛不相及的东西，也会在一定条件下或一定层次上存在着相似的特性，一旦发现了这种相似的特性，就会把认识向纵深推进，并可能为科学做出重大的贡献。

**3.6.3.2要在雷同的事物或现象中发现其特殊本质**

要具有在看来似乎完全雷同的事物或现象里，发现这些事物特殊的本质。由于社会偏见和习惯势力的影响，人们对于习以为常的现象，总是司空见惯、不加注意，以为既然现象雷同，它们本质也就相同。如此忽视相似之中存在相异的习惯性思维，使得他们失去了许多新发现的机会。如在很长时间里，人们都以为鲨鱼、海豹、鲸鱼是同类，它们都生活在海洋之中，都有类似胸鳍、腹鳍、尾鳍一类的特征，似乎都可看作鱼类。殊不知，这种表面的相似却掩盖着它们之间的本质差异。海豹、鲸属哺乳类，用肺呼吸，胎生，从这方面看，它们与鱼类相区别，而与人类相似。当人们确认了鲨鱼与海豹、鲸的区别时，认识也就出现了质变，对海洋生物的分类便获得了新的知识。可见，如果对一些相似的事物只满足于它们的相似点，不努力去发现它们的相异点，认识便不能深入。

**3.6.3.3要将求同思维与求异思维辩证结合，寻求求合思维。**

求同思维与求异思维是两种互补的归纳方法。在多数场下，单用“求同视角”，或者单用“求异视角”都会产生一定的片面性，只有把二者结合起来，才能获得满意的效果。这也可以称为一种“求合视角”。

大量的事实证明，科学家的突破，不是从相异进入相似，就是从相似进入相异。在科学史上，门捷列夫关于元素周期律的发现，就是一个典型的例证。在门氏把各化学元素进行周期排列的过程中，发现Li 、Na 、K、Ag或C、Si、Sn或N、P、V等等一样，其性质彼此十分相似。于是他进而想到，这种相似，是不是由于原子量的不同而呈周期性变化的结果呢？门捷列夫兴奋地说：“在相似的对比和意见中可以看到对周期规律的真实的暗示和召唤”。后来，元素周期律被发现和证实，他又深刻地总结说：“从变化中和局部中找出不变的同一和普遍，这是认识的基本任务。”这表明，门捷列夫的思考过程，显然是从不同的元素（或相异）之中发现其相似，进而又从相似中去发现它们的不同（即原子量的大小的不同），从而找到了化学元素变化的周期律。如果说门捷列夫的创造性思维是走着由相异到相似再到相异的过程的话，那么，达尔文的进化论的创立，走的则是从相似到相异再到相似的过程。当达尔文在环球旅行中到达南美洲后，他首先看到了由南到北都生存着一些大同小异的动物，总的是相似的，但又因为地理环境的改变而每每使同类动物表现出种种差异，于是，他就集中精力思考这些差异的原因，从而得出了生物会随条件的改变而逐渐发生变异的情况，再用这样的思想去指导观察，从而找到了更多类似的实例，证明了这种看法的正确。

据说伦敦郊外曾有一家洗车场，生意兴隆。它招揽顾客的方法很简单：在洗车场外并排停放两辆同一型号的汽车，右边的一辆蒙着厚厚的尘土，车前的牌子上写着“洗车之前”；左边的一辆锃光瓦亮，车前的牌子上写着“洗车之后”。这里便采用了求同、求异两种视角：两辆车同一型号，是求同；洗车前后面貌各异便是求异。

哲学教科书中将矛盾的普遍性定义为：“矛盾的普遍性或绝对性这个问题有两方面的意义。其一是说，矛盾存在于一切事物的发展过程中；其二是说，每一事物的发展过程中存在着自始至终的矛盾运动。”将矛盾的特殊性定义为：矛盾的特殊性是指不同事物的矛盾具有各自的特点，正是这种特殊的矛盾构成了一事物区别于他事物的特殊本质。具体问题具体分析的方法，抓主要矛盾的方法都是矛盾特殊性的演绎。这里从思维方法的角度讲，分析矛盾普遍性与特殊性的方法就是运用求同思维与求异思维的方法，二者相互依赖，缺一不可。如果只注重求同思维的矛盾的普遍性，忽视了求异思维的矛盾的特殊性，就会把事物看成千篇一律，没有区别；如果只注重求异思维的矛盾的特殊性，忽视了求同思维的矛盾的普遍性，就会只看到事物之间的区别，而看不到事物之间的联系，所以要在分析事物普遍性的基础上分析特殊性。毛泽东的“一般号召与具体指导相结合的”领导方法，邓小平的建设有中国特色的社会主义的理论，都是求同思维与求异思维的具体运用。

在大学里对学生创新思维的培养也要坚持求同思维与求异思维的结合。如果只呈求同趋势，即让学生掌握一些规律性的知识，以便希望他们在新的情景中看出与所掌握的这些规律相同的东西，以便触类旁通，实现知识的迁移与运用，如法炮制地处理新情况，这样培养出来的学生会像一个模型里刻出来的“标准件”。因此在培养求同思维的同时还要对学生进行求异思维的培养，施行求同与求异并用的思维方法，使学生学会多维度地分析问题，多方位地解决问题，将新旧知识和经验重新组合，使它们复活在新的知识体系中，通过它们获得新的启迪，产生新的设想和思维上的飞跃。以便学生在任何情景下，都可随机应变，应付自如，在解决问题的过程中有所发现，有所创新，有所突破。

例如，浙江大学的竺可桢学院以“为杰出人才的成长奠定坚实的基础”为宗旨，以培养“基础宽厚，知识、能力、素质协调发展，富有创新精神和创新能力的卓越人才”为目标，在培养模式多样化、培养方案个性化方面体现了求异思维。学院每年从新生当中录取450 余人，通过自愿报名分为文科、理科、工科三大类，施以特殊的培养方案，进行创新性人才的培养试点改革。实行学分制和导师制，学生可在全校范围内选择专业、选择导师，在导师指导下制定个性化的培养方案，实行“三个一”，即“一个学生、一个导师、一个学习计划”。其中，工科混合班有25个专业课程的学分完全是由学生在导师指导下选定。

**3.7纵向思维与横向思维**

**3.7.1纵向思维的含义**

纵向思维也叫垂直思维，是一种“∣”形的思维，它是将思维的轨迹局限于逻辑思维的纵向延伸，而找到解决问题的最佳方案。纵向思维方法就像层层剥笋，向纵深发展，从哲学角度看这种纵深发展是无穷无尽的。这种逻辑方法的优点是能够就一个问题进行深入的思考，缺点是思路局限于一个方向一个角度，不易突破。

有人认为纵向思维没有创意，其实只要运用得当，照样能产生很好的思维效果。例如国外有一则广告《西裤使审判中断》，画面是一个人站在法庭上受审，但法官及其他人的目光全都集中在这个人的西裤上。这则广告就是运用纵向思维进行创意获得成功的一个典型案例。纵向思维的特点是不断地追究“深入下去会怎样”，逐步层层逼近，从而获得成功的创意。上面这则广告的诉求点是突出西裤的款式新颖、潇洒、引人注目，如何表现这一点呢？创意者并没有停留在简单地介绍西裤的特点上，而是追问“如果新颖、潇洒又会如何？”从而最终得出上述创意。再如另一则西裤的广告，为了表现西裤的笔挺，画面上西裤的裤缝竟能削萝卜，不仅给人留下了深刻的印象，而且也让人了解了西裤的特点。

最近获奖的一则光明牛奶的电视广告，画面是一个小男孩踢球，球老半天才掉下来，再踢一脚，又是老半天才掉下来，以此来突出喝了光明牛奶的作用。这些广告的创意方法都是顺着“深入下去会怎样？”这一垂直思路来进行的。思维训练专家德波诺曾举过打井的例子，向地下挖了很深不见水，于是只有继续把这口井挖得更深。如果更深之后仍不见水，那么人们由于已经投入了大量的人力物力财力，如此多的时间和精力，而更不愿意放弃了，并且一直鼓励自己：“快了快了，马上就会出水，现在放弃，岂不可惜，坚持下去就是胜利！”随着开挖工程的延续，人们一方面感觉到越来越失望，同时也感觉到希望越来越大。但如果这口井再不出水的话，从思维方式的角度来讲人们就要从纵向思维转向横向思维了。

**3.7.2横向思维的含义**

横向思维也叫水平思维，是一种“―”形的思维，它是将思维的轨迹局限于逻辑思维空间的横向延伸。横向思维是在纵向思维受阻时，变换角度，转换途径，寻找解决问题的新方法，尽量摆脱既有观念而从另一新的角度对某一事物重新思考。横向思维体现了思维的跳跃性，突破是这一思维的灵魂。形象地说，纵向思维就像水从山坡上流下来，汇集在低洼地带，而后又顺理成章地积小流而汇入大河，最终由高到低流入大海。横向思维则有意开挖新渠道来改变水流，或者在旧渠道上筑坝堵水，希望水以新的方式流动，有时甚至以非自然的方式将水抽往高处，违背常规地安排水的流向。在“挖井”这个例子中，横向思维要求我们，一旦发现位置错了而不出水的时候，应该果断放弃，另辟蹊径，另寻新址，不可贪恋那口尽管已挖了半截、但却位置错误的枯井，否则将永远打不出水来。

秦朝之前，人们只知道用手抄书，到了汉朝，为了克服手抄书太费事的弱点，有人转换视角把文章刻在石板上，再涂上黑，然后在上面用纸一拓，印成书。然而，石印刻字艰难，到了隋朝有人发明了雕板印刷术。不过，雕板印刷术还有石板上刻字的弱点，若刻错一字，便前功尽弃。到北宋，毕升克服了雕板印刷术“死”的弱点，创造发明了活字印刷术。时至今日，不知又转换了多少次视角，克服了多少弱点，才有了现代化激光照排的印刷术。

曹冲称象的故事大家都清楚。在曹冲的时代，无法称出一头大象的重量。曹冲竟想出了一个巧妙的办法：把大象牵到一条船上，在船边刻上装载大象后的水位线，然后牵走大象，又改为装一些石头，一直装到船身下沉至装载大象时的水位线为止。这样也就可以从称出船中石头的总重量，得知大象的重量。曹冲的巧称大象的操作方法，其关键是将“称大象”变成了“称石头”。贯穿于其中的思维方法，则是纵向思维受阻时，转向横向思维了。尽管曹冲本人当时并没有，也不可能意识到这一点，实际上他却是不自觉地，然而又是十分出色地运用了这一创新思维方法。

赶超他人理论、领先别人的技术，这是人们创新的目的，横向思维的运用往往会起到突破的作用。例如转换视角寻找到他人理论或技术的弱点，努力研究克服之。著名科学家李政道在一次座谈会上说：“你们要想在科技研究工作中赶上、超过人家吗？你一定要摸清楚在别人的工作里，哪些地方是他们不懂的，看准了这一点，钻下去，一旦有所突破，你就能超过人家。”他还举了个例子，有一回，李政道听了伍拉教授的演讲，知道了在非线性方程的领域里，有一种叫孤子的解，它有很多有趣的性质，这件事引起了他的兴趣。会后，他向伍拉借来了所有关于孤子的文献，关起门来，花了一星期时间认真阅读，阅读中，他并不纠缠于文献中的一些数学细节，而是专门挑剔别人工作中的不足和缺点。果然发现，所有的文献都是研究一维空间中的孤子，而在物理学中有广泛意义的是三维空间，这显然是一个漏洞、一个弱点，他看准这个弱点，认真研究了几个月，终于找到了一种新的孤子理论，用它来处理三维空间的某些亚原子过程，得到许多新的结果。于是，李政道幽默地说：“在这个领域里，我一下子就赶到人家前面去了。”

**3.7.3横向思维的特征**

横向思维具有以下特征：

**3.7.3.1变通性**

横向思维具有思路的变通，当“山穷水尽疑无路”时，利用横向思维的变通性，便有“柳暗花明又一村”的思路。在我国的古代，流传着一个摸“生”、“死”牌的故事。故事讲的是一个诚实正直的人被恶人诬陷入狱，恶人为了将这个诚实正直的人置于死地花了许多银子收买官府，官府贪图贿赂便将此人打入死牢。按照当时的规定，打入死牢者在行刑之前允许摸一次写有“生”、“死”的纸牌，如果摸到“生”牌则还有生还的可能，而如果摸到“死”牌则必死无疑。恶人再次买通做纸牌的人将两张牌都做成了“死”牌，一个狱卒知道了此事，非常同情这个诚实正直的人，就在给他送饭时，写了一张纸条揉成纸球塞入饭中，告诉了此事并让他想法救自己。诚实正直的人看了纸球想了一宿，想得头发都白了，终于想出了办法。第二天摸“生”、“死”牌时，他摸了牌就吃进嘴里，等法官敲开他的嘴时，纸牌已经吞进了肚子里，法官只好翻开另一张纸牌，另一张纸牌上写着“死”，法官由此断定他吞下了“生”牌。这里，这个诚实正直的人巧妙地利用了横向思维的迁移法救了自己。

**3.7.3.2迁移性**

横向思维的迁移性是指人们的思维能够在不同的领域之间进行迁移。但迁移的基础首先是发现两个或两个以上原来以为彼此没有联系的研究对象，或设想它们之间的联系或相似之点。创新者都善于在事物之间发现、建立联系，并对它们进行独特性的迁移组合。而且一般说来，越是能在最看不出联系的事物之间建立起联系，表现出来的创新力也就越强。这类创新的意义也就越大，因而所获得的发现往往最具有普遍性。如亨特把割过茸的鹿角继续生长这件事与人体侧支循环的存在及其扩张的可能性联系起来，并由此得出可以用结扎法治疗动脉瘤，从而奠定了现代外科学的基础。

19世纪20年代， 英国要在泰晤士河修建一条水下隧道，由于土质又松又软，用传统的支护开挖法，松软的河底很容易塌方，施工极为困难，工程师布鲁尔对此感到一筹莫展。一天他在室外散步，无意中看见昆虫在其外壳的保护下使劲向橡树里钻。这一极为平常的现象，却使他恍然大悟：河下施工与昆虫钻树是多么相似啊！人为什么就不能采用昆虫的掘进方式呢？循着这条思路，他创造性地想到：如果把空心钢柱体横着打进河底，以此为“构盾”，先支护后开挖，边掘进边延伸，在构盾的保护下进行施工，难题不就解决了吗？于是，一种新的施工技术——“构盾施工法”应运而生。

20世纪初，在百米比赛中，运动员们都是直立着起跑的。用这种方式起跑速度不够快。有位运动员为百米成绩不理想而苦恼。有一次，他来到澳大利亚，看到袋鼠蹦跳的速度很快，心中猛然一动。他看到袋鼠起跳的时候弯着身子，起步时仿佛一张弓，每起跳一次，就收腹弯腰，非常矫健有力。他感悟到，这样收腹弯腰，能使身体增加弹性，有了张力，能提高起跑的速度。在一次奥运会上，他采用了下蹲式的起跑方式，创造了新的世界纪录。对袋鼠起跑姿势的模仿，使运动员创造了新的好成绩。这利用了横向思维的思维领域的迁移性。

纵向思维与横向思维是两种互补的思维方法。在实际的思维过程中，人们经常是交替使用“横向”和“纵向”两种方式的。最好的顺序也许是先用“横向转换”找出合适的线索，然后，再采用“纵向进退”进行深入的思考。在一次选“香港小姐”的决赛中，为了测试参赛小姐的思维速度和应对技巧，主持人提出了这样一个难题：“假如你必须在肖邦和希特勒两个人中间，选择一个作为终身伴侣的话，你会选择哪一个呢？”其中有一位参赛小姐是这样回答的：“我会选择希特勒。如果嫁给希特勒的话，我相信我能够感化他，那么第二次世界大战就不会发生了，也不会有那么多的人家破人亡。”这位小姐的巧妙回答赢得了人们的掌声。因为这个问题难度较大，如果回答“选择肖邦”，则答案没有特色，显得俗气；如果回答“选择希特勒”则很难给予合理的解释。那位小姐从“横向”选择了出人意料的答案，然后从“纵向”追寻出了合理而又充满正义的回答。

**3.8正向思维与逆向思维**

**3.8.1正向思维的含义**

正向思维是一种常规思维。它是指的人们在思考问题时，顺着某种“常见”、“共识”去思考，或者是顺着客观事物本身所具有的某种顺序去思考。“常见”、“共识”可能是“人同此心，心同此理”中的一种“理”，也可能是“人之常情”中的一种“情”，还可能是“约定俗成”中的某种“准绳”，或“明文规定”中的某种“规范”，等等。客观事物本身的某种顺序可以是时间上的顺序、空间上的顺序、位置上的顺序、性质上的顺序等。例如从早想到晚，从前想到后，从小想到大，从上想到下，从左想到右，从高想到低，从长想到短，从软想到硬，从冷想到热，等等。所以如果是使用常规思维的方式思考问题，那么其思想就会顺理成章、水到渠成地获得，因此正向思维是人们天天都在使用的思维方式，并不新奇。

例如，在美国，犯罪率不断升高，治安状况日益恶化。解决这个问题的方法之一是增加警察和治安人员的数量，但是因此增加的费用，却让政府难以负担。于是有人提出：“能不能让所有的人都成为治安人员，而又不增加政府的开支呢？”正是沿着正向思维的思路，思维学家德波诺提出了“近邻监视”的新概念，就是让每一个公民都成为警察的耳目和助手，随时发现和防止邻居中的违法犯罪行为。据说，美国有两万多个社区采用了“近邻监视”的方法，大大降低了犯罪率，改善了治安环境。

**3.8.2正向思维的特征**

**3.8.2.1容易找到思维的切人点**

因为人们思考问题过程中的“常见”、“共识”，或涉及到的客观顺序，都是自己再熟悉不过的，不用多想，也无需绞尽脑汁地冥思苦想，很快就能找到思考的切入点。

**3.8.2.2高效率**

按正向思维的思路思考问题，思考起来效率较高。因为有现成的思维轨道可寻，无需花时间精力去慢慢试探摸索，轻车熟路，自然能省时省力，高效率。

**3.8.2.3无沟通障碍**

大家在所思考的问题上都是按正向的思路思考，所以就不存在，或很少存在思路上的差异，更不会与他人发生碰撞或冲突，彼此交流起来自然也就比较容易互相理解，无沟通障碍。因此，正向思维是人们思考问题常用的一种思维途径和方法。但也正因为一般人都懂、都会、都习惯于按正向的思路思考，因此一旦碰上需要有所突破、有所创新的高难度问题，仅靠运用正向思维，往往会穷途末路，黔驴技穷，束手无策。好不容易想出了个办法，又往往会只不过是一个别人已经想出了的办法，适应不了突破、创新的需要。

**3.8.3逆向思维的含义**

逆向思维是一种背逆常规思维的思维方式，是用与常规思维相矛盾或相反对的思维视角思考问题。逆向“逆”的是“一般人思考的方向”。在创新探索中运用逆向思维，往往能独树一帜，新颖独到，收到意想不到的奇效。

逆向思维充满了辩证思想和哲学智慧。从辩证逻辑的角度理解，任何事物都有正反两个方面，矛盾的对立统一是逆向思维的理论基础。老子在《道德经》中提出：“有无相生，难易相成，长短相形，高下相倾，音声相和，前后相随。”（《道德经》第2章）意思是说，世界上的事物是有无相互生成，难易相互对应，长短相互存在，高下相互显现，音声相互和谐，前后相互随从。离开一方，另一方则不能孤立存在，这是事物发展的辩证法。因为任何事物都是由矛盾的两个方面构成的，双方既依存又矛盾，推动着事物的前进。老子不仅考虑到了正向也考虑到了逆向，网开一面，扩大了思维空间。例如，在多与少的问题上，他说：“少则得，多则惑。”（〈道德经》第22章）在高与下的关系上，他说：“高以下为基。”在贵与贱的关系上，他说：“贵以贱为本。” （〈 道德经》第 31章）在大与小的关系上，他说：“为大于其细。”在强与弱的关系上，他说：“弱之胜强。”（〈道德经》第78章）他还说，讲美的时候，丑就跟上来了，有美就有丑，美与丑相关联，彼此不分离。老子为什么这样观察问题呢？他说：“反者，道之动，弱者，道之用。”（《道德经》第40章）反，即返回的意思，是指事物会向相反的方向运动，即矛盾的转化和事物的发展。弱指的是矛盾的对立面，矛盾的对立面存在着推动事物前进的潜在动力。逆向思维着眼的是事物的对立面。

关于逆向思维，我们还可以从“正言若反”四个字中得到启示。“正言若反”出自《老子》第七十八章，意思是说一个正确的道理常常和普通人的常识相反，使人一时难以接受。事实正是如此，千百年来，人们看到的是太阳朝出暮落，大地静止不动，太阳绕着地球转，这是普通人的常识。哥白尼提出地球绕着太阳转，一时被人们视为异端邪说，然而科学已经证明，“日心说” 是“正言”。

在市场经济条件下，一味顺从传统的经营理念，缺少逆向思维，会造成不可估量的经济损失。瑞士曾以机械式钟表统治钟表市场一个世纪，占世界钟表市场销售量的40%。兴旺时期达80%。1954年，瑞士一个工人发明了电子表，这一具有突破性的创新却未受到满足于机械表的瑞士的重视。而美国却凭借其电子技术优势于20世纪 70 年代研制电子表成功，并很快占领市场，使瑞士于1971年反而从美国进口电子表。到1981年，瑞士的机械式钟表的市场份额下降到9%，致使其1600家钟表厂倒闭了800家，一半钟表工人失业。

在战争中，有时也需要将问题“倒过来思考”。例如古代有的军事将领，他们在得到军师们拟订的作战方案后，往往会在临战时将其“倒过来打”。因为他们认为，按照根据一般军事思想制定出来的作战方案去打，对方也能想到，对方也就自然会对这种打法严加防范。所以，要“出其不意”，“攻其不备”，便需要“反其道而行之”。军事史上著名的“减兵增灶”就是对“增兵减灶”的视角反向。在文学史上，把习惯的东西陌生化，和把不习惯不熟悉的东西变成习惯的东西也是著名的视角反转。反向求索是一种阻力最大的视角转换方法，但也是出奇制胜、屡建奇功的视角转换方法。

世界上有人是乐观主义者，有人是悲观主义者，二者的差异就在于观察问题时采用了不同的视角。在乐观派的眼里，总是阳光明媚、莺歌燕舞；而在悲观者的眼中，总是一片灰暗，到处充满着阴谋陷阱。乐观主义者逛大街，带了100元钱花掉了99元，他会惊喜地说：“咦，还剩1元钱如果换了悲观主义者，则他会伤心地说：“唉，只剩1元钱了！”乐观主义者在洗完澡之后，看到澡盆里的水还很清，他便说：“水这么清，可见我身上是多么干净！”如果换了悲观主义者，则会说：“水这么清，可见我身上的脏一点儿也没洗下来！”如果在洗完澡之后，澡盆里的水已经很脏，乐观主义者便说：“水这么脏，可见我身上的脏都已经洗下来了！”而悲观主义者则会说：“水这么脏，可见我身上的脏一点儿也没洗下来！”

**3.8.4逆向思维的特征**

**3.8.4.1非定式性**

势是指人们进行思维的态势、趋势，非定式是指思维不是沿着固定的方向进行，不受潜意识的暗示，具有明显的非逻辑性。例如，野生动物园的创建，其创意就是思维非定式性的运用。据说，美国一家动物园主任深为老虎的数量日益减少而发愁，他召开了一个座谈会，专题讨论如何捕捉老虎的问题。参加讨论会的，不仅有动物学家、捕猎专家，而且还有数学家。会上各抒己见，畅所欲言，提出了各种捕捉老虎的方案。一位拓朴学家边听边画，他突然发言道：“现在老虎已经在我的圈子里了。”原来，这位数学家运用逆向思维方式进行了一次拓朴图形的变换，即人与老虎的位置实行对调，老虎不是关在铁笼子里而是自由地生活在开放的自然环境里，而人是坐在汽车里观赏动物。动物园主任是位有心人，采纳了拓朴学家的建议，于是世界第一个野生动物园诞生了。

**3.8.4.2相对性**

按照辩证法的观点看，事物之间是互为条件，互相依存，具有相对性的，事物之间关系的所谓“正向”与“逆向”也都是相对的。从一个角度去看，甲事物与乙事物可能是一种“正向”的关系；从另一个角度看，他们之间又可能是一种“逆向”的关系。比如一些人按高矮顺序站成一排，从这一头看，是“正向” 的关系，是由高到低，一个比一个矮；从另一头看，则又是“逆向”的关系，由低到高，是一个比一个高。同理逆向思维与正向思维也具有相对性。

**3.8.4.3转化性**

从辩证法的角度看，任何对立面的事物在特定条件下都可以相互转化。例如电能生磁，磁也能生电。化学能可以转化为电能，电能也可以转化为化学能。说话声音的变化在一定条件下能引起金属片产生相应的颤动，倒过来，金属薄片的颤动在一定条件下也能引起说话声音发生相应的变化。从逆向求索的角度，下列每一对方法之间都可以相互转化：细化与粗化、清化与浊化、纯化与杂化、简化与繁化、同化与异化、熟悉与陌生、内化与外化、深化与泛化、硬化与软化、对称与破缺、扩大与缩小、增高与降低、加重与减轻、分割与组合、移出与植入、前进与后退、进化与退化……那么，逆向思维与正向思维也具有转化性。

**3.8.5逆向思维的实现途径**

**3.8.5.1结构逆向**

结构逆向是从某一事物的相反结构去设计解决问题的方式，往往会出新设想。例如，船载石和石载船的故事，日本大正十一年，丰臣秀吉平定了天下，修大阪城，用巨石做材料，巨石在海岛上要东运到大阪，但石头太大，船偏小，一抬到船上，船就沉了，结果有人提出石载船的逆向思维办法，用水对石头的浮力，把石头运走，本来是船载石变成了石载船。再如古代兵器中的矛和盾的设想也是结构逆向。

**3.8.5.2功能逆向**

功能逆向是从某一事物相反的功能上去寻找解决问题的新思路，即考虑问题时不妨从反面功能中找办法。如：圆珠笔很好用，但有漏油的缺点，解决漏油，大多数人是从常规思考，分析圆珠笔漏油的原因，漏油原因很简单，是笔珠因磨损而跳出，于是想了很多办法，如用耐磨的笔头，但是新问题又出现了，接头处因耐磨笔头的磨损而漏油。1950年，日本发明家中田藤三打破常规，利用逆向思维，研究漏油问题而不是防漏油问题，既然写到2万字就漏油，那干脆油墨就灌到少于2万字的量，在笔头磨损前就让油墨用完，这样就不漏油了。最后灌油量定到1万5千字的量。

某烟草公司，派推销员赴美推销香烟，到美国后，正逢戒烟月加阴雨天气，香烟推销广告也不让登。正当急得团团转之际，忽然看到房间里“禁止吸烟”的标语，于是他灵机一动，想出了“逆不求顺”的促销高招，他跑到当地一家有影响的报社登了三天如下广告：“禁止吸烟，就连××牌香烟也不例外”，结果引起当地居民的极大兴趣，纷纷一试，于是他带来的香烟很快被中间商抢购一空。

**3.8.5.3因果逆向**

因果逆向是通过转变事物的因果关系，即倒转事物的因果关系，倒果为因，倒因为果，以获得逆向思维的新创意。

千百年来，人们一直对司马光砸缸的故事津津乐道，无不赞叹他的非凡智慧。人们遇到从水缸里救人这样的事，都只会从“如何设法让人离开水”这个方向去想，都会“理所当然”地认为，从水里救人嘛，自然要设法让人离开水，这是顺乎常情常理的顺着想。

司马光当时肯定也这样想过。但他所处的具体情景让他很快就意识到，在那样千钧一发的紧急时刻，这样的想法已行不通。小伙伴们不可能把水缸中的小孩拉出来，旁边又没有成年人。司马光这时所表现出来的极其罕见、令人惊异的聪明在于，他情急生智地掉转了思考的方向，想到了“如何设法让水离开人”。水缸本来是用于储水的，需要保护，不能砸破，但为了救人，使水不再包围人，使小孩与水分离，从水缸里救出小孩，必须将其打破，漏水后人自然获救。

**3.8.5.4作用逆向**

任何事物都能起各种各样的作用。就一个事物对另一事物来说，既可以起正作用，也可以起反作用。就事物对人的利害关系来说，既有有利作用，也有不利作用。人通过采取一定的措施就能够改变事物所起的作用。作用逆向是指通过采取一定措施， 使事物因其性质、特点的改变而起到同原本相反的作用，从而在创新思维活动中，寻找新的线索，新的方法。

格德约是加拿大一家公司的职员。一天，他不小心碰翻一个瓶子，瓶子里装的液体泼在了一份正待复印的重要文件上。格德约着急起来，怕文件上被污染的文字看不清了！他拿起文件来仔细察看，出乎意料，文件上被液体污染的部分，其字迹依然清晰可见。但当他拿去复印时，发现复印出来的文件，被液体污染过的部分，变成了一块块漆黑的黑斑。在他为如何消除文件上的黑斑绞尽脑汁却又一筹莫展的反复思考过程中，他头脑里突然冒出了一个针对“液体”和“黑斑”的反向念头：自从有了复印机以来，人们不是常在为怎样防止文件被盗印的事烦恼吗？是不是可以用这种“液体”，颠倒其不利作用为有利作用，研制出防盗印文件的液体呢？他立志从事这方面的研究。经过一段时间的努力，最后推向市场的不是一种液体，而是一种深红色的防影印纸。这种纸能吸收复印机里的灯光，使复印出来的文件一片漆黑，什么也看不清，因而用这种纸书写的文件是不能复印的。但是用这种纸写字或打印，却不受任何影响。

**3.8.5.5方式逆向**

方式逆向是指在创新思维过程中，就事物起作用的方式从相反的方向思索，从而引出新设想的思维方法。

火箭本来是以“往上发射”的方式起作用，原苏联工程师米海依尔却通过逆向思维，终于在1968年设计、研制成功了“往下发射”的钻井火箭。后来他在此基础上与人合作，又研制出了穿冰层火箭、穿岩石火箭等。人们把这些向下发射的火箭统称为钻地火箭。这些钻地火箭的重量，只有一般起同样作用的钻地机械重量的十七分之一，能耗可减少三分之二，效率能提高5—8倍。科技界把钻地火箭的发明视为引起一场“穿地手段”的革命。

空气动力学帮助莱特兄弟发明了飞机，也使汽车设计师们为减少空气阻力而一味追求流线型车身，而意大利著名汽车设计师朱贾罗想到的却是其反面。他认为，当时交通拥挤的汽车常以30-40KM时速行驶，空气阻力已没有多少考虑的价值。因此没有必要为追求流线型车身而增加成本，且造成车身低矮而使乘客必须弯腰爬入车厢。这一逆反思维导致他设计的卡普苏拉型轿车闻世，并立即受到欢迎。他还逆当时追求豪华长车身的倾向而行，认为即使车身加长10cm，气派并无显著增加，却会使意大利公路上的2000万辆汽车多占2000KM空间，从而加剧交通堵塞。基于这一思想，他设计的短车身次内部空间的菲亚特乌诺型轿车，获得了1984年最佳汽车称号。

法国微生物学家巴斯德通过研究和实验，证实了细菌可以在高温下杀死，食物可以煮沸以后保存。英国科学家汤姆逊倒过来思考，推想细菌也可能在低温下杀死或使其停止活动，食物也可以通过冷却过程加以保存。深入研究后，他终于发明了冷藏新工艺。

原来的破冰船起作用的方式都是由上向下压，后来科学家倒过来想，研制出了潜水破冰船。这种破冰船将“由上向下压”改为“从下向上顶”，既提高了破冰效率，又减少了动力消耗。

**3.8.5.6位置逆向**

两个或两个以上的事物之间在空间上总保持一定的位置关系，交换了所处的位置，看问题的角度也就转换了，得出的结论就会不同。位置逆向是一种通过颠倒事物的位置关系，从而形成新的想法，产生新设想的思维方法。

国外有的城市规定，肇事伤人的汽车司机，必须到医院去当护士，负责照顾被他所压伤或撞伤的伤员。这些城市作出这一规定的目的在于，让司机变换和颠倒一下自己所处的“位置”，通过照顾伤员，更深切地体会被汽车压伤或撞伤的痛苦，以便更好地从自身总结经验教训，防止今后再发生汽车肇事事故。

英国的蒙哥马利将军在第二次世界大战中，每当战斗开始，他总是要把敌军统帅的照片放在自己的办公桌上。他说，他看着对手的照片就会经常问自己：如果我处在他的位置上，现在我会做什么？他认为，这对他做到知己知彼大有好处。

美国有一位中学校长，当某个学生违犯了校规，他就把这个学生叫到校长办公室，让这个学生坐在他的椅子上，他自己则坐在来访者的椅子上，然后才开始交谈。他介绍说，这能使学生处在学校负责人的位置上更好地考虑和认识自己所犯的错误。

**3.8.5.7关系逆向**

当事物发展到一定阶段，在有的事物之间，原有的相互关系会发生颠倒。这由此给我们带来了启发，创新思维有时也需要关系逆向。

在以电子计算机为标志的科技革命发生以前，科学技术和生产的关系是：“生产——技术—— 科学”。也就是，先由生产实践提出课题，然后进行技术革新，最后再推动科学研究的发展。现在则倒过来成为“科学——技术——生产”。也就是，往往先有了科学上的某种新的发现，或有了某一新的科学原理、定律的创立，然后通过相关或相应的技术革新，最终推动生产向前发展。现在科学已起着领先和主导的作用，走到了生产的前面，大量的新技术、新产品是在实验里诞生的。

我国在改革开放以前，长期以来都是实行计划经济体制“以产定销”。产品与市场的关系是“产品——市场”。也就是说：工厂根据上级下达的计划，安排产品的生产，然后再由相关部门送到市场上分配出售。现在，这一切发生了根本性的变化，产品与市场的关系倒过来成为“市场—— 产品”，也就是，现在的工厂是根据市场的需求“以销定产”，尤其是在中国顺利加入WTO以后，这一模式将进一步得到深化和加强。

**3.8.5.8过程逆向**

事物起作用的过程具有确定的显著的方向性，显示着事物的某种发展趋势。当事物的发展趋势发生了逆向的重大改变，人们对它的认识和态度也就自然需要随之做相应的调整。过程逆向是指颠倒事物起作用的过程，从而引发新创意的思维方式。

一个日本人在东京开了一个中国餐馆，生意十分红火。后来，三个中国留学生在这家日本人的中国餐馆对面，也开了一家中国餐馆，由于中国人做的是正宗中国菜，所以把日本人的生意抢走了不少。面对着这种局面，那位日本人如何与中国留学生的餐馆竞争呢？首先，他要经理每日去对面买一份中国菜，一个月以后全买齐了，认真加以研究，从中吸取经验。其次，在报纸上刊登广告，每个菜的价格比中国留学生餐馆的菜要贵3倍。有些人不理解，认为这是在为中国留学生餐馆做广告。其实，这位日本人用的办法就是逆向思维方法，有意识地让中国留学生迅速致富，然后抓住中国人不团结的弱点，再采取降价的战术，从而一举打垮了中国留学生的餐馆。

这里这个日本老板在取得了真经后，决定刊登广告，将菜价上调到中国留学生餐馆的3倍，是一种欲擒故纵，欲先取之必先予之的战术，调整赚与赔的发展趋势，加速小赔是为了以后的大赚。

**3.8.5.9条件逆向**

条件逆向是指许多事物尽管处在相反的条件下，但由于构成事物的内在因素所起的作用错综复杂，却可能产生相同影响，造成相同结果。二战后期，在盟军攻打柏林的战役中，有一天晚上，苏军必须趁黑夜向德军发起进攻。夜晚本来是偷袭的好时机，可是那天夜里天上偏偏有星星，大部队出击很难做到高度隐蔽而不被对方察觉。苏军元帅朱可夫对此思索了很久，后来猛然想到一个主意，并立即发出指示：将全军所有的大探照灯都集中起来。在向德国发起进攻的时刻，苏军的140台大探照灯同时射向德军阵地。极强的亮光把隐蔽在防御工事里的德军将士照得睁不开眼，什么也看不见，只有挨打而无法还击，这样苏军很快便突破了德军的防线。

这是二战的一个著名战例。其成功的获得，显然与朱可夫的反向思维的思路分不开。他敏锐地觉察到，利用黑夜进攻，让部队高度隐蔽，其作用无非是要使德军看不见苏军的进攻行动。以140 台大探照灯一起向德军阵地射去，同样能起到这样的作用。“没有光”和“光极强”正好是相反的条件，然而却起到了相同的作用。

**3.9实验**

**3.9.1实验的含义**

实验是人们根据研究目的，有计划地利用一定的物质手段控制或创造客观对象的存在条件，改变客观对象的存在状态，从而获得关于对象的各种经验事实的方法。人们之所以需要进行实验，这是因为，对自然现象的观察仍有很大的局限性，自然发生的现象不可避免地会受到许多偶然因素的影响，某些奇异的自然现象，很难重复出现，因此需要用人为的方法控制某些现象的发生或变化，创造一些在自然条件下得不到或不易得到的条件，使被研究现象在没有偶然因素的影响下多次重复出现。

同观察相比，实验具有在变革对象的过程中认识对象的特点。就是说，观察主要是在自然条件下认识客体，受到客观条件的种种限制；实验主要是在人为设置的条件下认识对象，它更能发挥人的能动性。在实验中，或者控制对象存在的条件，排除外界干扰，以便在“纯粹”的形态中考察对象；或者创造出自然条件下不存在的条件，研究它的变化，较深入地考察对象。实验是以观察为基础的，如对研究对象一无所知，就不可能设计实验。同时，实验也离不开观察，但它是在人工控制的条件下进行的观察。实验虽然是更为精确的观察方法，但并不是任何现象都可以进行实验。如火山爆发现象无法用人工条件进行实验，许多社会现象和人类精神现象也难于人工控制，无法进行实验。因此，观察和实验在实际应用中常常是密切结合，相互补充的。

**3.9.2实验的特征**

（一）简化和纯化的特征

客观现象是复杂的，而在实验中人们可以借助于精密的仪器和设备，根据研究的需要，在严格控制的实验条件下，选择一些因素，改变一些因素，增添一些因素，减少一些因素，把要研究的因素分离出来；排除各种偶然因素、次要因素和外界的干扰；把研究对象的某些属性或联系，以纯化的形态表现出来，使复杂现象处于单纯的状态。通过多次重复的观察和试验，就能揭示出支配自然过程和生产过程的客观规律性。

（二）强化和再现的特征

在实验中，可以凭借各种物质手段，创造出在自然状态下或自然过程中难以出现、难以利用的特殊条件和特定环境，如超高压、超高温、超低温、超强磁场、强放电、强辐射等，使物质变化过程向指定方面发展，或使自然过程人为地引发出来。

另外，在自然状态下，有些现象人们不能随意使之反复出现，反复对它进行观察，但在实验中就容易做到。如雷鸣电闪这些瞬息即逝的现象，可在实验室里通过人工放电，使之重复出现。这样便于反复观察，可以缩短研究时间。再如，某次爆炸事件，对侦查员来说已是过去的事。要想重新观察这次事件，只有进行模拟实验。

（三）延缓或加速的特征

在实验中，可以借助于一定的物质手段，既能延缓转瞬即逝的自然过程，也能加速姗姗来迟的自然现象的发生。如1953 年美国科学家米勒用甲烷、氩、氢和水汽混合成一种与原始大气基本相似的气体，把它放进真空的玻璃仪器中，连续进行火花放电，以模拟原始大气层的闪电。经过一周的化学反应，在实验中形成了5 种地球上几十亿年前出现的构成蛋白质的氨基酸，还合成了蛋白质、脱氧核糖核酸等生物大分子，使生命起源的学说不断得到证实。

**3.9.3实验的作用**

实验在认识过程中的作用体现为：

（一）实验方法是科学发现和科学发明的工具

实验方法在科学研究中具有重要作用。实验可以用人为的方法来控制某些现象的发生，人为创造一些自然状态下不易发生的条件使被研究现象多次重复出现。通过实验得到的经验材料比单纯观察所获得的经验材料更为精确可靠。

纵观人类的科学史和技术史的发展，离不开理论思维的指导，实验方法是科学发现和科学发明的重要思维工具，实验方法可以凭借科学仪器设备所创造的有利条件，排除自然过程中各种偶然的、非本质因素的干扰，使人们能在理想化状态或“纯粹状态”下认识某种现象的属性或联系，比较容易和精确地发现支配自然现象的本质和规律。

比如，伦琴运用实验思维方法进行物理实验，在真空管高压放电条件下发现了X射线，成为20世纪第一个获得诺贝尔物理学奖的科学家。巴甫洛夫运用实验思维方法进行生理实验，创立了高级神经活动学说。同时，爱因斯坦运用实验思维方法进行思想实验—— “追光”思想实验和“升降机思想实验”，通向创立相对论科学奇迹之路。

（二）实验方法是检验认识真理性的思维工具

质能关系式E=mc2，是狭义相对论的重要推导。质能关系式的发现，当初引起了许多人的非议，认为爱因斯坦是一位“疯子”，是喜欢“空想”的人。人们依据质能相当原理研制原子弹，1945年第一颗原子弹爆炸成功，核裂变反应证明了质能关系式的科学性。

亚里士多德有一个被推崇了一千多年的理论：物体的降落速率与该物体的重量成正比。1590年伽利略在比萨斜塔做了一个天才的实验：他手里拿着两个球，一个重10磅，一个重1磅，只见他手一松，两个球从塔顶几乎同时落到地面上。伽利略的比萨斜塔实验否定了亚里士多德这位圣人的“圣人定律”。由此可见，实验方法是检验认识真理性的理论思维工具。

在现代，实验方法和实验技术的进步，极大地促进了自然科学和生产的发展。自然科学和生产的发展，又反过来促使实验方法和实验技术的进一步完善。科学和生产越发展，提出的新问题越多、越广泛，实验的必要性和作用就越大。现在社会科学各部门，也越来越多地引进了实验方法，成为摸索经验和进行决策的有力工具。

实验是一种有目的有计划的探索活动，在整个实验过程中，都受着理论的指引。在进行实验前，实验者总要先提出某种设想，也就是依据一定的科学原理，对实验中可能发生的因果联系做出某种推断，然后再确定将这一设想物化的手段、方式。要做好实验设计，还必须对同实验内容相关的内部条件和外部条件，做出尽可能精确的分析和估量，并设置有助于认识深化和精确化的条件。对实验结果的分析，则更需要正确的理论指导和思维方法。

**4.报告撰写要求**

为了使创新思维实践报告规范统一，现在对创新思维实践报告的撰写和装订格式作如下规定与说明：

**一、封面封底及报告用纸**

1、创新思维实践报告封面封底见后面样稿，

2、创新思维实践报告用A4纸打印。

**二、装订格式及要求**

封面之后，依次为中文摘要、英文摘要、目录、前言（序言，引言）、正文、结论、致谢、参考文献、附录等。

装订时，封面必须对齐。四周切平整，要求字迹清楚，整齐美观。

**三、创新思维实践报告的书写格式**

**1.题目（题名、立题）**

1.1 “以最恰当的简明的词语，反映论文中最重要的特定内容的逻辑组合”

1.2 写法规则

1.2.1 避免使用不常见的缩略语、首字母、缩写字、字符、代号、公式等。

1.2.2 尽量集成为一完整句子，题名一般不超过20个字。

1.2.3 确有必要时，可用副题名，并在正式题名下用括号括起。

1.2.4 题名在论文中不同地方出现都应完全一样，不得简化。

**2.摘要（内容摘要）**

2.1 摘要的目的是使读者不必阅读全文，就能获得论文中主要信息。

2.2 摘要的内容应包括主要工作项目、研究目的、实验方法及主要数据和结论。

2.3 摘要应是一篇可以独立使用或引用的完整的短文。

2.4 外文文摘要应完整、准确地译出中文摘要。

2.6 摘要一般不用图表、公式、化学结构等。

2.7 摘要应排除本学科已成常识的内容。

2.8 摘要应用第三人称书写。

2.9 不得引用他人的著作。

2.10 要采用规范化的名词，术语

2.11 缩略语、略称、代号尽量少用。

2.12 使用国家法定计量单位。

**3.关键词**

3.1 用途：备文献检索、国际联机查询之用。

3.2 一般选3～5个词，外文关键词应与此对应。

3.3 反映文章特色和主题内容。

**4.正文**

4.1 编写格式：

白纸、单面缮写或打印，外文必须打印天头、订口留边25毫米以上，地脚、切口留边20毫米以上 。

4.2 章、条、款、项



4.3 引言（序言、绪论、前言、导言）

4.3.1 简述国内、外本课题发展概况与目前的水平，以及尚待解决的问题。

4.3.2 本课题的起缘、背景、目的、意义、经济效益、社会效益分析

4.3.3 不与摘要雷同。

4.3.4 学科中的常识内容、科普内容不必赘述。

4.4 正文

4.4.1 此部分代表着全篇论文的质量与水平。

4.4.2 水平与质量评定内容包括：思路开阔、论证透彻、有理论依据、采用方法得当、数据精确、可信度高、有新见解、新方法。语言精炼、字迹工整、图文并茂、层次分明、逻辑性强，具有较强的说服力。

4.4.3 由于课题类型不同，款项可参照专业学报编写。

4.5 结论

结果分析、比较、评价，多方案必须进行优选，以及方案验证。可以没有结论，但必须提出课题的启发、建议与预测等。

4.6 致谢（鸣谢）

对指导者、协作人、建议人…表示谢意。

4.7 参考文献

4.7.1 书写顺序：序号-——＞主要作者——＞文献名——＞出版地——＞出版社——＞出版年月——＞卷号（期号）——＞页码。

4.7.2 作者或责任者不明时，注明“佚名”。

4.7.3 序号应与文内引用注释号相同。

4.7.4． 外国人姓名书写，如Cowan J C, Eissen H N, Yelland R L,

4.8 插图

4.8.1 图要有自明性（只看图，图题和图例，不阅读正文，就可理解图意）

4.8.2 图号，图名（中英文分别书写），坐标名，标距，单位，实验条件，注释齐全。

4.8.3 引用图在图名右上角方括号注明文献号。

4.9 表

4.9.1 统一用三线表，表头用中英文分别书写

4.9.2 表内不得用“同上”、“同下”、“同左”、“同右”、“//”等。

4.9.3 “…”或“—”为未发现。

4.9.4 “0”为测得具体数字为0。

4.9.5 注释说明应齐全，写在表下。

4.9.6 引用表，在表名右上方用方括号注明文献序号。

4.10 公式（算术、方程）

4.10.1 公式从白纸中间书写

4.10.2 举例

例1：a＋b=c………（3）或（3.5）

式中：a－注释， b－注释，c－注释

**5 注意事项**

5.1 文章应实事求是，客观真实，合乎逻辑，层次分明，简练可读。

5.2 语言通顺，文字整洁，用字规范，标点符号齐全。

5.3 插图、表格不得用铅笔或圆珠笔绘制。

5.4 不得写成科普文、说明文、小品文等。

5.5 使用单位应按国家法定计量单位制。

5参考文献

[1]南昌航空大学教务处编，南昌航空大学教学大纲环境与化学工程学院分册2008，待出版

[2]李淑文，创新思维方法论， 北京：北京广播学院出版社,2005年

[3]段福德，创新思维的自我修炼，北京：中国社会科学出版社，2002年

[4]梁良良，创新思维训练，北京：中央编译出版社，2000 年

[5]南昌航空工业学院教务处编印，本科毕业设计（论文）教学指导手册，2006年10月

**附录1：封面封底格式**

**1.封面格式**

**华文行楷1号**

**材料化学专业**

**华文行楷初号**

**创新思维实践**

**总结报告**

**华文行楷小1号**

**楷体小2号**

题目：

学生姓名：

学生学号：

指导教师：

**宋体加粗3号**

**年 月**

**2.封底格式**

|  |
| --- |
| 导师评议：  分数：  签名：  年 月 日 |
| 教研室评议：  分数：  教研室主任签名：  年 月 日 |

### 附录2：书写式样

**1 报告摘要格式编排**

三号黑体加粗

**1.1 中文摘要按照以下格式编排**：

**ZrO2/SiC-MoSi2纳米复合陶瓷制备中纳米颗粒**

**的均匀分散研究**

小四号楷体

小四号宋体

学生姓名：刘星 班级：020J121

指导老师：×××

四号黑体

小4号楷体，固定行距22pt

**摘要：**在纳米复合陶瓷中，纳米颗粒必须均匀分散在亚微米基体中，才有可能在烧结过程中均匀长大，避免因过分长大而失去其特有的增韧作用。而纳米颗粒的团聚是造成纳米颗粒过分长大的主要原因。因此，怎样更好的使纳米颗粒均匀分散是制备优良纳米复合陶瓷的关键。

本文采用多相悬浮混合法，对ZrO2/SiC-MoSi2复合材料制备过程中纳米SiC和ZrO2颗粒均匀分布在基质MoSi2中的分散工艺进行了研究。以水和无水乙醇为分散介质,以PEG、PAA－NH4和PMAA-NH4作为分散剂分别对纳米SiC和ZrO2进行分散实验。同时研究了SiC纳米颗粒的表面预处理工艺对其分散性的影响。Zeta电位测试和沉降实验结果表明，采用550℃、2h的煅烧工艺处理纳米SiC可有效改善其分散性。使用水作为分散介质的分散效果均比乙醇好。ZrO2在分散剂为PAA-NH4，SiC在分散剂为PMAA-NH4时的分散效果最好。各种分散剂的加入量为0.2 wt%时的分散效果最好。ＳＥＭ结果表明通过以上最佳分散工艺得到的ZrO2/SiC-MoSi2复合粉体的均匀性较好。

关键词**：**分散 纳米SiC颗粒 纳米ZrO2颗粒 MoSi2

小4号黑体

小4号楷体

**指导老师签名：**

小4号黑体加粗

**1.2英文摘要按照以下格式编排：**

3号Times New Roman加粗

**Studies on the uniformly dispersing of nanoparticles in ZrO2/SiC-MoSi2 Ceramic Nanocomposite**

四号Times New Roman

Student name : Liu Xing Class: 020J121

Supervisor: ×××

4号Arial Black

小4号Times New Roman

Abstract:When preparing ceramic nanocomposites,the most importance is that nanoparticles are uniformly in sub-micron matrix. Otherwise the nanoparticles will grows excessively in the course of sintering, which induce the toughening function lost. The main reason of nanoparticles growing excessively is reuniting of nanoparticles. Therefore, the key to prepare excellent ceramic nanocomposites is that nanopartiles are dispersed uniformly in matrix.

In this article, the dispersing of ZrO2 and SiC nanometer particles in the preparation process of ZrO2/SiC-MoSi2 composites were investigated with multiphase suspensions mixed. SiC and ZrO2 nanoparticles were dispersed with water and the alcohol as the dispersion medium, PEG, PAA - NH 4 and PMAA - NH4 as the dispersing agent. Simultaneously the effect of the surface pretreatment on the dispersive influence of SiC nanoparticles were studied. The Zeta electric potential test and the subsidence experiment indicated that the dispersibility of SiC nanoparticles can be effectively improved after calcinated at 550℃ for two hours in air. The dispersing effect of nanoparticles using water were better that using alcohol.The dispersion of ZrO2 is PAA-NH4 , the best effect of dispersing of sic is at the dispersion medium of PMAA-NH4 .The best effect of dispersions was in the content of 0.2wt%. SEM indicated that uniformly dispersed ZrO2/SiC-MoSi2 nanocomposite powder could be obtained by the best dispersible craf .

**Keyword**：dispersion SiC nanoparticles ZrO2 nanoparticles MoSi2

Signature of Supervisor:

小4号Arial Black加粗

小4号Times New Roman 固定行距22pt

**2 报告目录格式如下:**

小3号黑体，居中

小4号宋体，缩1格

目 录

小3号宋体, 缩2格

1 XXXXX

1.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

1.1.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

1.2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

1.3 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

2 XXXXX

2.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

2.1.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

2.2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

3 XXXXX

3.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

3.2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

4 XXXXX

4.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

4.2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

5 XXXXX

5.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

5.2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

6 XXXXX

6.1 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

6.2 XXXXXXXXXXXXXXXXXXX (XX)

参考文献 (XX)

小3号宋体

致 谢 (XX)

附录 A (XX)

注: 三级目录可视情况确定是否上目录。

**3 报告页面设置**

页眉1.0cm

左边距2.0cm

装订线1.0cm

页脚1.0cm

页码

下边距2.5cm

右边距2.5cm

上边距2.5cm

创新思维实践报告

15.5cm

25.0cm

X

注：页眉（可有可无）

**4 正文层次格式及其有关内容规范**

3号宋体加粗，居中

**4.1标题格式**

**XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX**

**4.2 正文层次格式**

小3号宋体加粗，居左

小4号宋体, 固定行间距22pt

**【示例】**

**1 加工电流检测方法的选择**

**1.1高频群脉冲电化学加工电流信号描述**

电化学加工中用脉冲电源取代直流电源而出现的脉冲电化学加工，由于极大改善了阴阳极极间间隙流场特性，从而使电化学加工的精度得以显著提高向精密加工领域迈进。高频群脉冲电化学加工是基于加工微小型工件而提出的，电源群脉冲形式如图所示。

……

**1.3电流检测原理**

4号宋体加粗，居左

电流检测有很多方法：如电流表直接测量法、电流- 电压转换法（ 包括取样电阻法、反馈电阻法）、电流- 频率转换法、电流< 磁场转换法、电流互感器法等。电流表直接测量法对于串入电流表不方便或没有适当量程的电流表的情况，是行不通的。在电流< 电压转换法中取样电阻法比较适合于测量较大的电流，而反馈电阻法比较适合测量小电流，但是同电流表直接测量法一样，需要截断电流回路，对原电路影响较大，特别在量程范围较大时，要经常更换分流器。电流< 频率转换法可用于各种恒流源场合，对微电流（ 例如光电流）检测尤为合适。

小4号宋体加粗，居左

**1.3.2 影响加工电流的因素及本电路设计的难点**

小4号宋体加粗，居左

本电路拟应用于本实验室自行研制的高频群脉冲电化学加工机床的电源上。本电源的群脉冲产生电路（及直流逆变电路）采用绝缘双极晶体管。

小4号宋体, 固定行间距22pt

**注:凡没有标明字体的,与论文内容一致**。

**5 参考文献格式**

小3 号黑体

参考文献

[1]. He S Z．Fuzzy Self-tuning of PID Controller. Fuzzy and System 1993(1)

………

[9]. 张迎新．单片微型计算机原理、应用及接口技术.北京：国防工业出版社, 2004

[10]. 王福瑞等．单片微机测控系统设计大全．北京：北京航空航天大学出版社,2002

[11]. 夏红等．PID参数自整定方法综述[J]．浙江科技学院学报,2003,12(4)：236～240

[12]. 赵艳．DCS中PID参数整定技巧[J]．氯缄工业， 2005，6(6)：43-45

[13]. 姚磊等．一种改进的PID参数整定方法[J]．空军雷达学院学报，2001，6(2)：59-60.

**6 致谢格式**

5号宋体，固定行间距18pt

小3 号黑体

致 谢

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

小四号宋体固定行间距22 pt