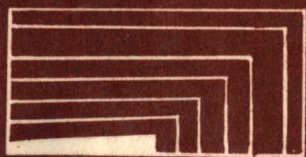


科研论

● 岳玉禄 著



● 内蒙古大学出版社

目 录

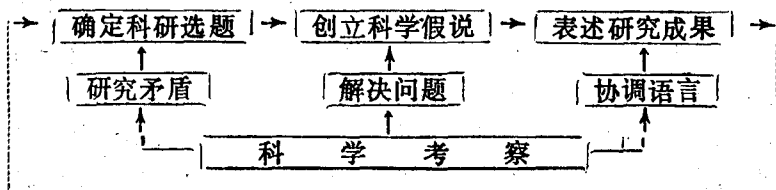
导 论	1
第一章 科学研究的主要规律	6
(一) 循序突破律	6
(二) 重组更新律	11
(三) 反馈智取律	18
第二章 选择课题的辩证源泉	25
(一) 空白点	26
(二) 争鸣点	27
(三) 检验点	28
(四) 深入点	29
(五) 概括点	31
(六) 联系点	32
(七) 突破点	33
(八) 供求点	35
(九) 工具点	37
(十) 机遇点	39
第三章 建立假说的科学方法	42
(一) 归纳法	43
(二) 演绎法	48
(三) 类比法	52
(四) 历史法	55
(五) 特征法	62
(六) 想象法	71

第四章	表述成果的简明手段	80
	(一) 表述的通用格式	81
	(二) 表述的协调关系	85
	(三) 表述的实现方式	88
第五章	科学考察的基本途径	92
	(一) 直观考察	92
	(二) 抽象考察	98
	(三) 论证考察	105
第六章	精神系统的构变	111
	(一) 构变的类型	112
	(二) 构变的性质	120
	(三) 构变的根源	126
第七章	运动形式分类与科学探索	133
	(一) 运动形式分类的历史进程	133
	(二) 运动形式再分类的理论原则	136
	(三) 运动形式再分类与科学发展	138
第八章	哲学对科学的作用	141
	(一) 科研没有摆脱哲学的自由	141
	(二) 科研有选择哲学的自由	142
	(三) 马克思主义哲学对科研的指导作用	143
	(四) 运用马克思主义哲学的关键在于自觉	144
附录	关于研究国情的辩证思考	146
	结束语	161
	主要参考文献	162

导 论

科学研究是学术界早已广泛注意的领域，许多学者都作出了自己的贡献，但多是在科学学的框架内作出的。如何进行科学研究，这既是实践提出的理论问题，也是理论提出的实践问题。在这种意义上，说科学研究本身也是一门科学，那也是不过分的。为了与一般的科学学、逻辑学、方法论相区分，我们将其称为“科研论”。这门科学的价值在于，它是介于科学学和人才学之间的一门科学，有着直接的科学研究实践的意义，有着直接的自然辩证法的理论意义。

科学研究是一种以抽象思维表现的包括多种思维内容的系统的开拓性的脑力劳动。每个研究者完成这种脑力劳动的过程是很不相同的，但往往体现为某种共同的系统模式，就最一般而论则是一个基础和三个环节。所谓一个基础，即指科学考察，包括着一个广泛的内容，贯穿于科学研究过程的始终。所谓三个环节，即是确定科研选题、创立科学假说、表述科研成果，这是一环扣一环的过程，如果将两者的关系用图来表示，具体如下：



从这个图式可以看出，科学研究共同模式有四个基本要素，这就是确定科研选题、创立科学假说、表述研究成果和科学考察。除此以外，在科研论中，从整体上反映这个模式，还涉及

四个问题，这就是精神系统的构变、运动式分类与科学探索、哲学对科学的作用、科学研究的辩证规律。

这就表明，科学研究的基础在于科学考察。在一般的著述中，往往把科学考察理解为感性考察，这样的理解就仅仅将其视为一个环节，而失去其基础意义。如果将其理解为科学研究的基础，那么，就需要将科学考察的意义加以扩展，可分为直观考察、抽象考察和论证考察。就直观考察而言，其方法有观察、实验和模拟。就抽象考察而言，其方法有分析和综合、比较和分类、数理和机理。就论证考察而言，其方法有证明、反驳、悖论。这就是说，科学研究的整个过程都是以科学考察为基础的，其一切成果都是这种考察的升华，直至形成完善的语言文字的表述系统。这方面的内容，都已被科学研究方面的著述所论及，只是分散于不同的科学方法论中，这里只将这三者汇总起来表达，借以形成整体观念。

在科学研究中，科学考察的首要问题是确定选题，这是决定科研成果的关键。正因为这样，科学界特别注意这个问题，进行了广泛的研究，如科研选题的重要性、科研选题的原则、科研选题的方向等。尽管在这方面的表述尚不一致，但论述都比较成熟。对科研工作者来讲，仅仅搞清这些问题，还不能解决科研选题的问题。在科研选题中，上述的研究是不可缺少的，在此基础上极待解决的是选题的源泉问题。这是需要深入研究的。源泉在哪里呢？在科学的内在矛盾之中，我们将以此为主线重点探索这一问题。

在科学研究中，进一步的问题，就是在科学考察的基础上解决问题，提出假说。按恩格斯的理解看，一切科学都是假说，一切学说都具假说成份。他说：“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说。一个新的事实被观察到了，它使得过去用来说明和它同类的事实的方式不中用了。从这一瞬间起，就需要新的说明方式了

——它最初仅仅以有限数量的事实和观察为基础。进一步的观察材料会使这些假说纯化，取消一些，修正一些，直到最后纯粹地构成定律。如果要等待构成定律的材料纯粹化起来，那么这就是在此以前要把运用思维的研究停下来，而定律也就永远不会出现。”①但就相对的意义讲，科学假说与可靠理论不同，也与胡说不同。首先科学假说与毫无事实根据的胡说不同，就在于假说是以一定的科学事实为根据的，并经过不同程度的科学论证，形成了逻辑体系。其次与可靠理论不同，就在于其结论有一定的推测性质，有待于实践的证实。所以，科学假说有三个最基本的规定。这就是：①在理论上，构成假说的论据是确切的和充足的，与可靠知识相一致；②在功能上，能解释全部已知的事实和现象，而不是一部分；③在价值上，能预测尚未发现的现象和事实，不能对未知事物无能为力。任何假说的完成，一般要经过酝酿阶段、形成阶段、论证阶段。正因为这样，假说有四个前途，即进一步被证实而变为可靠理论、适用范围受到限制、在保留合理内核的基础上被新的理论所代替或者被彻底推翻。因此，假说在科学研究中有着重要的作用。门捷列夫说：“假说是科学，尤其是科学研究所必须的，它能提供一种没有它，便很难达到的严谨性和单纯性，整个科学史都证明了这一点。因而，可以大胆地说，提出一个将来可能是靠不住的假说，总比没有假说好，假说使科学工作——探求真理——容易正确，就象农民的犁使谷物容易栽培一样。”②在这种意义上讲，假说有三大作用，这就是罗盘作用、桥梁作用、实践作用。这些研究，无疑是必要的，许多著作都作了广泛的探讨，已经有了明确的结论。在这个基础上，需要解决的问题是如何建立假说，这不仅有理论意义，而且有实际意义。这正是现在科学研究理论需要进一步探讨的问题，也是我们在这部著作中需要进一步探讨的问题。应该明确的是，我们所讲的假说，有着广泛的含意，实质上是恩格斯上述论述意义上的假

说。在这种意义上假说当然也包括相对成熟的可靠理论，所以在科研系统模式中，把建立可靠理论也视为建立假说一个阶段。

建立假说的过程，也是表述的过程。在这个方面，已有一些论证，这里需要强调的是表述也是科学，核心在于协调语言，决不是一般写作理论所能概括的。不仅需要研究表述的格式，更重要的是研究如何处理好表述过程的内在关系，运用好各种表述方式，这些都是表述研究成果的简明手段对科研成果的效益有直接的影响，对科研工作者来讲，永远是一个基本功。这是我们要具体而深入探索的。

从科研图式看，了解科学发展的方向、精神系统构变的内在过程、科学研究的规律，关系到科学研究的意义，都是在科学研究中起指导作用的内容。在科研方向的问题上，科学发展到今天的，进一步讨论运动形式分类问题，无疑对理解现代科学发展的大趋势是有益的。如果说恩格斯关于运动形式分类在科学史上起了重要作用，那么沿着恩格斯的思想，在已有科研成果的基础上讨论运动形式再分类问题，将会显示其现实意义。这就是说，人类认识自然不断深入，精神系统不断发生构变，进一步研究这种精神系统的构变类型、性质和根源，对科学也会有辅助性的指导作用。这就表明，科学研究本身是有规律的。研究这种规律为科研提出明确的途径，这是科研论迫切需要解决的问题，在这些对科研起指导作用问题的探索中，必须处理好科研与哲学关系问题。这个问题是十分重要的。正如恩格斯所说：“不管自然科学家采取什么样的态度，他们还是得受哲学的支配。问题只在于：他们是愿意受某种坏的时髦哲学的支配，还是愿意受一种建立在通晓思维的历史和成就的基础上的理论思维的支配。”^③这正是科研论中最有指导意义的核心所在。

如上阐述可见，在科学研究中，应包括三个方面的内容：

①基础，这就是直观考察、抽象考察和论证考察，是科学研究中

具有硬过程意义的内容；②升华，这就是确定课题、建立假说、表述成果，也是科学学研究中的具有硬过程意义的内容；③指导，是科研中具有软过程意义的内容，这就是科研的趋向、精神系统的构变、科学研究的主要规律和哲学对科研的作用。我们讲科研论，就是以这样的思想为核心的，只是为了避免篇幅过长或过多地重复前人的论述，才把着眼点放在前人论述较薄弱的领域，作为方向。正因为如此，我们的研究并不打算按上述体系面面俱到，而是选择这个体系中的一些极待解决的问题，集中研究，以求能取得某种理论价值和现实价值。

注 释：

①恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1971年版，第218页。

②门捷列夫：《化学原理》第1卷，1947年俄文版，第150—151页。

③恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社1971年版，第187页。

第一章 科学研究的主要规律

科学研究活动，与社会发展密切相关。在现代科技革命中，科学知识爆炸性增长，对科学研究提出了更多的要求，同时也为之开辟了广阔的道路。我国的社会主义两个文明建设，更赋予科学研究以从来没有的意义。在我们注意到这种情况的时候，不可忽视的是科学研究也是有规律的，并且这种规律早已在历代的科学研究中发挥着支配作用。这种规律概括起来主要有循序突破律、重组更新律、反馈智取律。进一步研究这些规律，对其进行自然辩证法探索，显然是适应我们这个时代要求发展科学不可回避的途径，是科研论的首要环节。

(一) 循序突破律。这条规律是科学研究的首要性 的体现。人类的科学研究活动是在认识和改造客观世界的过程中进行的。无论总体科学研究或专题科学研究，都是一个复杂的过程，其总的进程体现为循序突破。作为一条规律，它早就以不自觉的形式表现在一系列的研究成果中，并且取得了不断的推进。在古希腊时期，亚里士多德就在其《工具篇》中对这一规律作出了第一次重要表露。在他看来，科学研究是从观察个别事实开始的，经过大量的观察，掌握足够的事实，进而从中归纳出一般原理，然后再将这一一般原理运用于观察对象。显然，他把科学研究的进程理解为观察——一般原理——观察这样的循序突破的过程。到了近代，培根从其唯物主义认识论出发，认为自然规律是客观的，感觉是知识的可靠源泉，人类理性征服自然的方法是排除归纳法，为循序突破律作了进一步的表露。他认为亚里士多德的科学研究程序是不能真正推进科学研究的，他因而与其相对应地写了《新工具》

一书。他说：“寻求和发现真理的道路有两条，也只能有两条，一条是从感觉和特殊事物飞到最普遍的公理，把这些原理看成固定和不变的真理。这条道路是现在流行的。另一条是从感觉与特殊事物把公理引伸出来，然后不断地逐渐上升，最后才能达到最普遍的公理，这是真理的道路，但是还没有试过。”①在这里培根为科学研究进化绘制了一个图式，这就是经过观察得到“某个A是B”这个个别的原理，再经过观察得到“有些A是B”这个特殊的原理，再经过观察得到“所有A都是B”这个一般原理。培根和亚里士多德的理论分歧很大，但也有一个共同点，这就是都主张科学研究进程表现为观察→原理→观察，其根本区别则是如何从观察中归纳出原理和归纳出何种原理，培根主张用他提出的排除归纳法代替亚里士多德的走马观花的简单枚举法，用不断提高的原理代替亚里士多德的一蹴而就的永恒原理。到了现代，科学的迅速发展，为认识科学研究进程提供了空前丰富的事实，旧的表述已不能适应和容纳这些事实，因此，提出了不同的科学研究的理论，并对这一规律作了不同的新的表露。十九世纪末和二十世纪初，逻辑实证主义把经典归纳主义的科学研究进化图式倒了过来。这种理论不否认科学命题是经验的集合，不同的是，这种经验的集合不是沿着从经验到理论的道路归纳来的，而是从已有理论出发在逻辑的整理中取得的。这种理论在哲学上的问题暂且不谈，其内在弱点就难于克服。这就是如果设从全称命题可能导致的预计数为X，而验证得到的证实总数为A，从而得

$$\text{公式} \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{A}{X} = 0. \quad 1934\text{年波普尔针对逻辑实证主义的这个}$$

弱点，出版了《科学发现的逻辑》一书，提出了证伪主义，对科学研究的循序突破律作了自己的表述。在他看来，科学研究是在猜测——证伪——再猜测——再证伪这样的循序突破中前进的。后来，他在其《客观知识》一书中把这一过程表述表 P_1 ——TT——

EE— P_1 。其基本含义是科学研究总是从问题 P_1 开始，进一步提出试探性的理论 TT ，再通过证伪清除错误 EE ，其结果导致新问题 P_2 。这就把循序突破律表现为一个不断的连续否定过程的新形式。1962年，美国科学哲学家库恩出版了《科学革命论》，提出了与波普尔不同的科学研究理论。他认为波普尔把科学交替的现象绝对化，混淆了科学发展的常规性和革命性的关系，提出了应以“历史再现”代替波普尔的“理性重建”。在他的理论中科学研究的过程表现为前科学——常规科学——危机——科学革命→……这样一个科学研究的范式被另一个科学研究的范式所代替，把科学研究的进程表现为一个不断的阶段性的否定过程的新形式。以后出现的拉卡托斯的科学研究纲领、费耶阿本德的多元方法论、劳丹的科学进步模式等，都是在某一方面继承和批判前两种框架的基础上阐述自己的理论的。这些不同时代的表述不同科学研究进程的学说尽管其内容千差万别，但都不自觉地表露了科学研究中存在着一一条循序突破律，也表明这一条规律在科学研究活动中起着不可回避的作用。

那么这条科学研究规律的基本内容是什么呢？正象科学史所表明的那样，科学研究的过程是一个实践和认识相交替的过程。两者之间的基本关系是：提出问题总是构成一个中心，解决问题则由一系列的环境环节构成。值得注意的是，这种中心和环境环节的关系是相对的，在一定意义上，中心可以成为更大中心的环境环节，而环境环节又可以成为具体研究的中心。这就使这条规律表现为明显的层次性，因此根据层次的不同，可区分为小循序突破、大循序突破和总循序突破。

所谓小循序突破，往往表现为具体的科学研究过程。创造学认为，科学研究的具体过程虽然因人和事而异，但作为一个完整的过程则表现为一个共同的阶段性，这就是“动因——准备——孕育——顿悟——验证”。在创造学看来，动因阶段是因人类需

要而萌发创造意识和明确创造任务的阶段，准备阶段是搜集资料和占有资料的阶段，孕育阶段是潜心研究和探索的阶段，顿悟阶段是豁然明朗阶段，验证阶段是相对最后完成阶段。这五个阶段呈阶梯形前进过程，创造学的这一研究成果正是小循序突破的一种反映。这就是说，任何人完成一个具体的科学研究项目，都要有这样一个过程，实际上这个过程也是环绕着一个中心问题前进的，这个中心问题是科学发展的某种需要解决的问题。哥白尼的日心说，需要证实地球在自转，这就构成一个中心问题。付科进行付科摆实验的动因，正来自解决这个问题需要。在解决问题的过程中，他之所以提出这个实验，显然是经过大量的知识准备的，并且经孕育阶段的潜心研究，才在顿悟中找到了利用摆动原理来解决这个问题的。有些具体的研究，似乎跳过某个阶段，特别是准备阶段，其实并未跳过，只是事先积累的知识在这个阶段经短期整理而达到一个新的完成而已，这是经常发生的。

所谓大循序突破，往往具有时代性的意义，表现为科学研究的接力运动过程。这就是提出时代性的问题构成科学研究中心，解决这个时代性中心问题则表现为一系列环绕环节，如考察→设想→推论→考察→……环绕中心问题突破，这已被各个历史时代的科学研究过程及其成果所证实。在哥白尼时代，提出的一个中心问题，就是地球是否位于宇宙中心。哥白尼正是抓住这个中心问题展开其科学研究的，并导致了日心说的结论。日心说的确立过程，就是从考察地心说的问题开始的。地心说的核心是地球位于宇宙中心，日、月、星辰、行星都绕着地球转。同时，为了解释行星运动中的顺行、逆行和“留”的现象，将行星的运动归结为两种，一种称匀轮，一种称本轮，前者是指行星以地心为中心的运动，后者是指行星以匀轮轨迹上的进点为中心的运动。这样，当行星的本轮运动与匀轮运动方向基本相同时，则表现为行星的顺行，否则表现为逆行，而处于两者之间则表现为暂时停顿即所

谓“留”的现象。进一步考察，不能为这样的解释所容纳，于是增加本轮，搞得这个体系非常复杂，还不能被这种以本轮和均轮为中心的地心说所解释。哥白尼的功绩，就在于抓住这个时代性的中心问题，并环绕这个中心问题，将解决问题的进程向前推进了两个环绕环节。这就是：第一，他从提出的问题出发，进行了几十年的考察；第二，创立了日心说，解决了地心说无法解决的问题，完成了一次科学革命。当然作为一个环绕周期，还有进一步的环节需要完成，这就是从哥白尼的日心说中导出推论，并考察这些推论的真实性。其推论起码有三：①太阳的周日变化和斗转星移表明，地球在自转；②地球绕日公转，必然导致观测上的恒星的视差变化；③行星绕日公转，必然表现为地球观测上的圆亏变化。证实这些推论，是由一系列观察和实验完成的。第一个突破是伽利略完成的，他制成了世界上第一架天文望远镜，观测到水星和金星的盈亏变化，证明水星和金星在绕日公转。这个结果还不能证明地球在绕日公转，有可能导致这样的结论，即一些行星在绕日公转，而太阳又绕地球公转，就如同第谷所企图证明的那样。第二个突破就是由俄国斯特图维完成的，他于1838年观测到了织女星的视差，从而证明了地球确实在绕日公转。第三个突破是由付科完成的，他于1815年在巴黎国藏院作了付科摆实验。在这个过程中，无论伽利略、斯特图维、付科，他们都只是完成日心说这个大循序中的一个环节。各个领域的科学研究，都有一个绕中心问题循序的过程。这个循序过程又是以这样或那样的方式相互交织在一起的，因而形成了一个整个科学研究过程的循序系统。库思的范式论正是对这个循序系统的表述。

所谓总循序突破，这已被马克思主义认识论所揭示。列宁提出实践和认识是相交替的，也就是人类的认识是从实践出发的，沿着实践→认识→再实践→再认识……这样的循序突破推进的。这是科学研究中循序突破规律的马克思主义认识论的表述。

在科学研究活动中，循序只是科学研究过程中的形式，其基本内容则是一个突破的过程。只有突破，人类才能在这种活动中取得某种东西，推动人类征服自然的进程，推动人类精神文明的进程。科学研究所引起的知识的突破，就性质而言，又分为否定性突破、发展性突破、肯定性突破。哥白尼——牛顿的学说对亚里士多德——托勒密体系就是属于否定性突破，康德——爱因斯坦体系对哥白尼——牛顿体系的突破就是属于发展性突破，伽利略、斯特图维、付科、开普勒对日心说的突破都属于肯定性突破。在科学研究中，知识的突破，有时也表现为蜕变。这就决定了科学研究循序突破的复杂性，但突破是人类科学研究循序突破的主流。而且这种突破，按着恩格斯的理解，有愈来愈快的趋势，如前所述，这种循序突破，之所以可能，是借助于环绕的，而本身就是一个环绕的完成。循序和突破的关系基本上是相互渗透和相互促进的关系，只要构成一个科学研究活动，它就是为解决某种问题的。这就要求进行必要的考察，创立相应的假说，作出进一步的推论，并加以验证，从而表现为循序性的运动，知识的一切突破就在其中了。

在科学研究中，人们都在自觉不自觉地遵守着这条循序突破律。这条规律表明，任何科学研究都是需要相应的基础的，这就是循序突破律发生作用的根据。牛顿为什么说他是站在巨人的肩膀上的呢？这个巨人的肩膀正是牛顿科学研究的出发点，是牛顿在科学研究中循序突破的基础。任何科学研究都不能没有这个出发点和基础，包括创立新的学说。在科学研究中，任何好高骛远，任何蛮干，都是不符合循序突破律的，最终都将枉费徒劳，遭到相应的失败。

（二）重组更新律。这条规律是科学研究的基本性质的体现。科学研究是一种开拓性的脑力劳动，体现为探索和创造两个过程。这是两个相互联系着的过程，探索是创造的前提，创造是

探索的目的和结果。重组更新律，正是科学研究中这两个过程间辩证关系的反映。为什么这样说呢？这里直接涉及探索和创造的共同本质的问题。科学史表明，探索和创造的共同本质，就在于把反映在头脑中的知识有机地联系起来。正如现代科学所认识到的那样，大脑的四个区——感受区、储存区、判断区、想象区，其功能分别在于取得客观事物的信息、储存取之客观事物的信息、根据实践的需要对这些信息进行重组，使之发生各种更新反应。人和动物的区别在这里，科学研究思维和日常生活思维的区别也在这里。人类大脑中的探索和创造活动，主要是在判断区和想象区进行的。就判断区而言，在这里进行的归纳，就是把同一层次的判断联系起来，进行重组，使之发生概括性的更新反应。在这个区进行的演绎，就是把不同层次的判断联系起来，进行重组，使之发生从属性的更新反应。在这个区进行的比较，就是把两个特定的事物的属性联系起来，进行重组，使之发生传导性的更新反应。等等。就想象区而言，在这个区进行的反应，都是反映在头脑中的客观事物的表象的重组更新，如形象性的重组更新、过程性的重组更新、理想性的重组更新等。创造学把这个区所进行的重组更新反应归结为辐射型和辐集型两个类型。所谓辐射型，就是把种种联想辐射出去的想象，而使之发生广泛性的重组更新反应，如强制联想重组更新反应、对比联想重组更新反应、接近联想重组更新反应、相似联想重组更新反应和过程联想重组更新反应，等等。所谓辐集型，就是把辐射出去的联想集中回来的想象，把层层层的遐想收回，使之发生集中性重组更新反应。在想象区所发生的这两个过程，是相互联系着的。也就是说，辐射型重组的意义在于把形象思维铺开，¹组成一个更新反应网；辐集型重组的意义在于把这个网中的一切收回，去伪存真，去粗取精，组成一个更新反应点。在判断区和想象区发生的这些过程，并不是完全的自由创造，独立进行的，而是密切联系着的。在判断区所

进行的重组更新反应，往往是由想象区发动的；在想象区所进行的重组更新反应，又受到判断区某种机制所支配。在这两个区，一切探索都是在这种重组更新反应中实现的，一切创造都是这种重组更新反应的结果。科学研究，不同于一般思维，就在于把这两种重组更新反应交织在一起。由此可见，重组更新反应，是科学研究中普遍存在的过程，是不可避免的规律。一切新的科学成果的诞生，无论古代和现代，都是这条规律的体现。

这条规律的第一个体现就是交叉反应，在一定意义上说，这是贯穿人类科学史始终的，也是贯穿每个人科学研究过程始终的。人类思维史应该说是从这种交叉反应开始的。古猿亿万次地注意到，尖锐的石头对猎物有更大的杀伤力，同时亿万次地注意到石块与石块相撞击，可以使钝石变为锐石。当古猿分别注意到这两个过程时，他们总是拾取碰撞成有尖棱角的石块去打击猎物，这时他们最多也不过是类人猿。但是，当他们在头脑中把这两个过程联系起来而完成一个交叉反应时，他们则开始用石块去打击石块，使其更加尖锐，他们才从类人猿变成了人。这大概是人类的第一个科学研究成果了。以后的发展，在相当长的时间内，只不过是这种交叉反应的复杂化，正是这种复杂化，使人类的生产工具不断改进，推动人类社会向前发展。有文字记载的科学出现以后，记载的多是这种交叉反应，不过是更加精致而已。阿基米德发现浮力原理就是建立在交叉反应的基础上的。他首先注意到各种金属的比重不同，同重量的不同金属块的体积不同，因而沉入水中排出的水量不同。正是这些事实，在他的头脑中相互交叉而发生反应时，他才找到了测定王冠的办法，同时发现了浮力定律。他在一刹那间产生的直觉，不过是这种交叉反应的突然实现。牛顿发现万有引力定律，也是在交叉反应中展开的，是连续的交叉反应的结果。首先这项科学研究成果是建立在两个科研成果的基础上的，一个是月球环绕地球转是一个加速运动，另一个是

地球上的物体作自由降落运动也是加速运动，只是当他把这两个加速运动联系起来而完成一个交叉时，他才把天上和地上的运动看成同一种运动。同时他又通过对地面物体运动的研究，得出了一切加速运动都是某种力作用的结果，从而发现了牛顿第二运动定律——加速度来自作用力，即 $F=ma$ 。进一步，只是当他把这两个结果联系起来而发生交叉反应时，才把已有的引力理论变成了科学的万有引力理论，发现了万有引力定律。这种交叉反应，在化学领域也是非常明显的。德国化学家李比希在农业化学方面的贡献，也是建立在交叉反应的基础上的典型事例。1838年，他从化学出发研究植物生长的基本要素，发现植物灰中有钾盐、磷酸盐，发现植物生长本身不能产生无机盐类，从而揭示了植物和土壤的物质交换关系。正是在这种交叉反应中，李比希才创立了农业化肥化学。他的学生凯库勒，开始学建筑学，后改学化学；他随李比希不仅学到了化学理论；而且学到了发展化学的方法。他提出的有机化合物的环状结构模型，无疑是建筑学和化学发生交叉反应的结果。以后的发展也是在这种交叉反应中进行的，特别是在现代科学研究中，这种交叉反应愈来愈显示出巨大的威力。边缘科学的出现和迅速发展，标志着人类科学研究中交叉反应进入了新阶段。在自然科学中，出现了物理化学、化学物理、生物化学、生物物理、地质化学、地质物理和宇宙生物学等。在心理学等方面，出现了比较心理学、社会心理学、法律心理学、军事心理学、管理心理学、创造心理学等。可见，自觉地运用交叉反应理论，取得的新成果是层出不穷的，蕴藏着无限的内在潜力。

这条规律的第二个体现就是渗透反应，这是交叉反应的发展形态，是科学研究向纵深发展的体现。与交叉反应相同，这种渗透反应也是贯穿科学研究史各个时代的。我国古代的造纸术、火药、罗盘针、印刷术这四大发明于十三世纪以后先后传于欧洲，渗透于社会的有关领域，对欧洲科学发展和