

简介

季幼章 研究员，1935年8月生于江苏常州，1956年8月毕业于交通大学电机与电器专业。

分配工作后在中科院机电研究所、电工研究所、安徽光机所、等离子体物理所、合肥分院工作。先后从事大型发电机冷却、脉冲电弧风洞电源、大能量固体激光器电源、受控核聚变脉冲电源、大型发电机非线性电阻灭磁与过电压保护的研究，2006年全退。



季幼章



科学传承与 科学创造

内部资料

季幼章

2018年5月

1 我所聚变研究第一次放电

1973年4月中国科学院同意在合肥安徽光机所建立受控热核反应研究实验站。当时受控站的科研人员从全国各地调集而来，许多人都未接触过受控热核反应，只知道托卡马克是一个利用磁约束来实现受控核聚变的环形容容器。为了尽快开展科学实验研究，必须有自己的实验装置，决定利用安光所的电感储能电源，工厂加工条件，设计加工一个受控模拟装置。



总体组提出采用空心变压器结构，纵场线圈采用650型潜艇蓄电池供电，加热场线圈采用电感线圈经开关、熔丝换流供电，真空室采用钛泵抽真空，主回路、控制和测量回路借用原大能量激光打靶实验回路，装置建在2-1实验大厅西头北跨。

我组负责：

- (1) 纵场线圈的设计、加工制作；
 - (2) 模拟装置的电源系统和控制、测量系统。
- 由于纵场线圈储能量约百万焦耳，故取名为HT-6模拟装置（合肥托卡马克6号模拟装置）。



经过总体方案论证、技术设计、工厂加工、部件组装、安装调试、总装检漏，仅用半年时间就加工制成一个环形托卡马克装置。

所里要我负责装置의调试工作。在部件通电调试的基础上，于1974年12月25日开始放电试验，于26日清晨6时30分，我在控制室听到一声巨响，真空室观察窗闪出很亮的弧光，放电获得成功。全体参加调试人员都欢腾起来，喊着（模拟装置）“**放电成功了**”。当时的试验结果：纵场线圈电流60 kA，加热场电流40 kA，平衡场电流25 kA，真空度 6×10^{-6} Torr。 >

当天下午，所领导到2-1大厅观看模拟装置放电实验，当时全岛科技人员都赶来了，在装置旁围了一层又一层，可谓人山人海。当宣布放电成功时，在场的领导和群众个个异常高兴、掌声雷动。我们参加装置建设和实验的人员无不沉浸在激动昂扬之中，这毕竟是我们迈出的坚实的第一步。

时间已经过去40多年，但当时放电成功的激动场面，却永远地留在受控人的心中。

自此以后，建成了HT-6B托卡马克、HT-6M托卡马克、HER磁镜、MPT-~~1~~多极器等4个中小型实验装置，并在其上做出特色的研究工作。

1990年5月中俄签订科技合作协议，经科学院批准，我所决定接收T-7装置，1994年5月并将其改建成HT-7超导托卡马克装置。

内部资料



1994年当HT-7装置刚建成投入调试运行时，就提出建设HT-7U大型非圆截面全超导托卡马克装置的建
议，1997年6月中央科技领导小组批准作为国家“九五”大科学工程项目立项建设。2000年10月开工建设，
2003年10月HT-7U正式更名为EAST，2006年9月建成放
电，2007年3月国家发改委组织验收，世界上第一个
非圆截面全超导托卡马克正式投入运行。未来将在长
脉冲条件下进行高参数等离子体物理实验，为未来稳
态、先进聚变反应堆奠定良好的工程技术和物理基础。

2 科学创造

创造一般是指首创前所未有的思想、理论和事物，相对仿造和再造而言。

创造是人类特有的能力，人们通过自己的思维和实践活动，产生新思想、新理论、新方法、新技术、新产品。简言之，凡能提供形形色色新成果的过程，就是创造。

创造力是指一个人产生新思想、新事物的能力，如产生新的设计、新的工艺、新的方法、新的理论、新的发明的能力等。简言之，是个人创造性地解决问题的能力。

创造力是人的一种潜在的能力，通过学习和训练，可以学会和掌握的。



2.1 科学创造心理学

2.1.1 智力因素与科学创造

智力是各种能力的总体。智力主要是指人的认识和行动所达到的水平，它主要包括观察能力、记忆能力、思维能力、想像能力和操作能力。

2.1.1.1 观察力与科学创造

观察是一种有目的、有组织的知觉。全面的、正确的、深入的认识事物特点的能力称为观察力。



观察力在科学创造中的作用： (1)基本智力条件； (2)决定科学成果的水平 and 科学人才成功的重要心理因素； (3)建立科学理论的智力基础； (4)捕捉机遇的重要心理条件； (5)为实验提供线索和条件； (6)促使人去探索未知； (7)纠正错误理论的重要条件。

观察成功条件： (1)要有目的、有计划、有选择； (2)观察对方的准备知识； (3)观察要重复； (4)及时作全面记录； (5)培养良好心理品质； (6)观察类型：分析—综合。注意整体、细节。



2.1.1.2 记忆力与科学创造

记忆是人把过去感知过、思考过、操作过和体验过的事物印象保存在头脑中，并在一定场合下把它们再认出来或回忆起来。

记忆在科学创造中的作用：(1)重要心理条件；(2)知识的仓库，为思维提供原材料；(3)联想的基础。

记忆成功条件：(1)注意力集中；(2)记忆目标明确；(3)力求理解；(4)丰富的知识经验；(5)及时复习；(6)运用与实践；(7)讲究记忆卫生；(8)合理用脑。



2.1.1.3 思维能力与科学创造

思维是人脑对客观现实概括的、间接的反映，是人脑反映客观现实的高级形式。

思维形式及在科学创造中的作用
思维过程的基本形式：

- (1) **概念** 反映事物本质属性的思维形式；
- (2) **判断** 对事物情况有所断定的思维形式；
- (3) **推理** 由一个或几个已知判断（前提）推出未知判断（结论）的思维形式。推理可分为：a) 演绎推理；b) 归纳推理；c) 类比推理。

培养思维能力： (1) 丰富的知识和经验； (2) 稳定和积极的情绪和坚强的意志； (3) 强烈的事业心和责任感； (4) 合理的思维能力结构。



2.1.1.4 想像力与科学创造

想像：（1）人在头脑中创造过去未曾感触过的事物形象；（2）将来才有可能实现事物形象的心理活动。

想像在科学创造中的作用：（1）是科学创造的基础；（2）想像产生假说；（3）激励创造。

培养想像力：（1）要有丰富的知识与经验；（2）发展好奇心；（3）培养创造的热情与激情；（4）欣赏文学艺术作品；（5）丰富语言文字。



2.1.1.5 操作能力与科学创造

操作能力是人类改造自然、变革社会的一种重要因素。

操作能力是人的智力转化为物质力量的凭借。

操作能力在科学创造中的作用：(1) 转化作用；(2) 检验作用。

操作能力品质与科学创造：(1) 操作能力的迅速性；(2) 准确性；(3) 协调性；(4) 灵活性。



2.1.2 非智力因素与科学创造

非智力因素指人在智慧活动中,并不直接参与知识过程的心理因素,主要包括兴趣、情绪、意志、性格。

请勿外传

内部资料



2.1.2.1 兴趣与科学创造

兴趣是积极探究某种事物的认识倾向。人对某一事物有兴趣，就会感到称心，伴随着愉快的情感。

兴趣分类：物质兴趣、精神兴趣、社会兴趣。

兴趣在科学创造性活动中的作用：(1)从事科学和成才活动具有引导作用；(2)正在进行的科学研究具有推动作用；(3)促进创造性活动的成功；(4)提高科学研究的效率。

兴趣特点与科学创造：(1)兴趣的广度；(2)兴趣的中心；(3)兴趣的稳定性；(4)兴趣的效能。

2.1.2.2 情绪与科学创造

情绪是人对于客观事物的态度的内心体验，是由客观事物所引起的。

情绪通过智力因素影响科学创造：（1）积极情绪，能够增强观察的积极性；（2）对记忆有明显的作⽤；（3）情绪愈丰富，想像就愈活跃；（4）思索问题过程体验到：怀疑、自信、积极性；（5）提高操作的准确性和精确性。

情绪状态与科学创造：（1）心境是一个人在某一段时间内，一种微弱而持续的情绪状态，使人的一切活动都感染上情绪色彩；（2）激情是一种强烈而短暂的情绪状态；（3）热情是强有力、稳定而深刻的情绪状态。



2.1.2.3 意志与科学创造

意志是在完成一种有目的活动时，所进行的选择、决定与执行的心理过程。

意志行动的特点：（1）有着明确的目的性；（2）是与克服各种困难相联系的；（3）是以随意动作为基础的。

立志与科学创造：（1）立志，有志者事竟成；（2）意志的自觉性；（3）意志的果断性；（4）意志的顽强性；（5）意志的自制力。



2.1.2.4 性格与科学创造

性格是对现实的稳固的态度及其相应的习惯行为方式。

(1) 谦逊，获得更多的智慧，更高的上进心与求知欲；(2) 自我批评，正确评价自己，自我监督，改正失误与过错，思维深刻性，永不满足的求知欲；(3) 荣誉，鞭策自己更加努力；(4) 献身精神，崇高的个性心理品质；(5) 追求真理，坚持真理。



2.2 创造性思维

创造性思维是以人在创造过程中产生新的前所未有的思维成果为目标的思维活动。

2.2.1 创造性思维特点

(1) 创造性想像的参与；(2) 新颖性；(3) 独立性；(4) 产物具有社会价值。

创造性思维产生的条件：(1) 强烈的问题意识；(2) 思维要灵活、好奇；(3) 多用脑、勤用脑；(4) 培养丰富的想像力；(5) 知识的积累和组合；(6) 联想产生设想。



2.2.2 创造性思维形式

2.2.2.1 逻辑思维和直觉思维

(1) **逻辑思维**是遵循逻辑规则，有步骤地对事实材料进行分析，或依据某些原则、法则进行指导，得出结论的思维过程。

(2) **直觉思维**是凭人的直感，无需对事实材料进行逐步分析，迅速地对问题的解决作出合理的推测、设想或突然领悟的思维过程。

内部资料



2.2.2.2 集中思维和扩散思维

(1) **集中思维**是对同一问题探求**一个**正确的唯一标准答案的思维过程和思维方法。

它的思维形式是**单一的、集中的、求同的**，思维现象是“**众口一词**”的，思维结果是“**唯一标准**”的，思维特点是运用分析、推理、判断等思维方法。集中思维所追求的目标是将问题进行科学的简化，作出正确的选择和决策，使问题得到解决。



(2) 扩散思维是对同一问题探索不同的、新奇独特设想的思维过程和思维方法。

它的思维形式是多端的、发散的和求异的，思维现象是“莫衷一是，七嘴八舌”的，思维结果不是唯一标准的，而是众多的需有创造性的。

扩散思维通过思维的“流畅性”、“变通性”和“新颖性”加以体现。

① 思维的流畅性，是指在单位时间里思维产生的信息量。

② 思维的变通性，是指在单位时间里产生思维信息量的类别，表现为思维的质。

③ 思维的新颖性，是指思维的新颖和独特程度。

2.2.3 扩散思维和集中思维的有机结合

一般情况下，在创造性思维的初期，为了开拓思路，并尽可能提出各种设想，扩散思维显得非常重要；但在创造性思维的后期，由于思路已经打开，较多的设想已经出现，为了选择最合理的思路，最有效的假设，集中思维就显得不可缺少了。

创造性思维是依据：扩散—集中—再扩散—再集中的方式进行的。



2.2.4 习惯性思维—创造性思维的障碍

(1) 习惯无非是今日重复昨日之所为。

(2) 自我环境因素：

①固定地看待事物；②习惯走老路；③过分信赖专家和权威；④过早下结论；⑤专业过窄；⑥害怕失败。

(3) 社会环境因素：

①领导的意志；②因循守旧；③不良的社会思潮。



2.3 创造发明的要素

2.3.1 模糊与精确

创造发明是人们探索、解决模糊领域问题的自觉行动——模糊与精确。

人类在认识世界和改造世界的过程中，遇到的大致是两类领域的问题情境，即精确领域与模糊领域的问题情境：

内部资料



	精确领域	模糊领域
现状	摆明的	模糊的
目标	规定的	未定的
方法	现成、推理的	随机、探索的
答案	往往是唯一的结论 (需要核对, 认定)	往往是众多的假设 (需要选择, 决策)
性质	模仿, 继承的	创造, 发展的

在这个意义上说，**创造型人才**正是勇于探索和善于解决模糊领域问题的能人好手。



2.3.2 总结与创造

总结创造发明经验是探寻创造发明规律的有效途径——总结与创造

创造学研究的基本原则

(1) 总结创造发明经验；(2) 归纳出规律；
(3) 上升为理论；(4) 概括为技法；(5) 适用于今后的创造发明活动。

内部资料



2.3.3 功能与结构

创造发明的实质是追求人类需要的新功能——功能与结构

(1) 追求新的功能系统

所谓“**功能**”，是指某件事物、某个产品有什么用，即它的功用、作用、用途等。

“人需要的不是物，而是功用”。

(2) 以合理的结构保证新的“功能系统”的实现。



2.3.4 切割与组合

重组、变革结构是创造发明的基本原理。切割与组合

重组、变革结构的三种水准：

(1) **非切割的组合** 将现有的东西不加任何改变，或仅稍作外形改变，将原有的功能用于新的组合。

(2) **通过切割的组合** 将现有东西中的部分结构要素切割开来，将这些结构要素所具有的功能结合起来，用于新的目的。

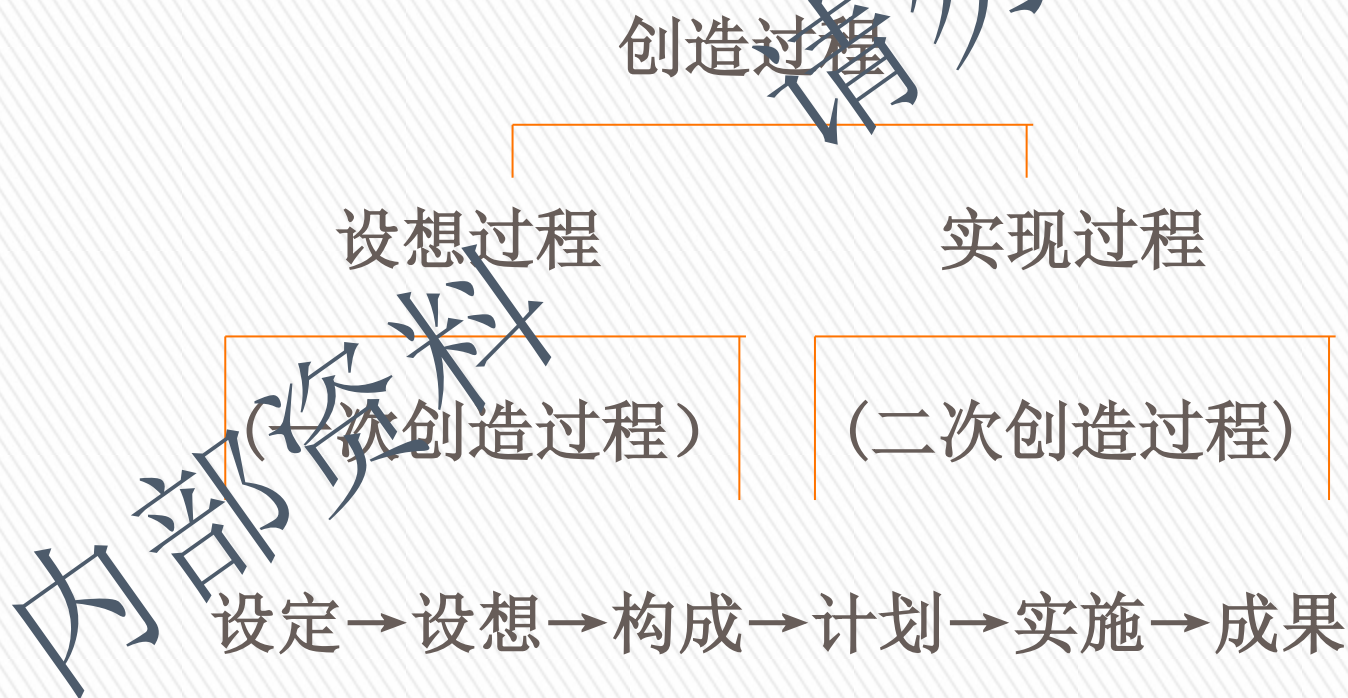
(3) **飞跃的组合** 运用已积累的大量知识、经验或偶然捕获的信息，以创造性思维变革知识和信息结构，从而产生飞跃性创见、设想，以至最终创造出与现有东西在本质上有所不同的东西。



2.3.5 设想与成果

创造性设想是取得创造性成果的先导步骤——设想与成果

创造过程简化图表：



2.3.6 需要与可能

创造发明活动为了实现人类社会的某种需要。

需要 应该有，必须有。

可能 可以实现。

2.3.7 信息与思维

创造性地检索、提取、加工信息—信息与思维。



(1) 大脑的信息处理功能

左右脑的功能

左半球

集中思维

(判断, 推理)

理性认识

(言语, 理论)

时间的信息处理

分析

右半球

扩散思维

(类比, 想象)

感性认识

(形象, 直觉)

空间的信息处理

综合

内部资料
请勿外传



(2) 有效信息的检索、提取与加工

①信息的检索

a) 针对性（以需求供）； b) 系统性（多路趋同）； c) 全程性（阶段贯串）； d) 评估性（鉴别衡量）。

②信息的提取和加工

要“看出”别人没看出的东西，并且能把“看出”的东西经过大脑的加工，“想出”别人没想出的事情。



2.3.8 以柔性头脑处理软性信息

柔性头脑：思维的流畅性、变通性。

软性信息：信息的多义性、可塑性。

创造性思维是指人在创造过程中产生前所未有的思维成果的思维活动，表现为扩散思维和集中思维两种思维形式的综合作用。两种思维形式的综合，即是“多谋善断”的创造性思维过程。两种思维形式在创造性过程中不断交替、反复，使创造性思维向更高层次发展。



小结：

(1) 对**熟悉**的事物有意识地把它**看作**是**陌生**的，再按照新的理论来加以研究；

(2) 对于**陌生**事物要持**熟悉**它的态度，采用已熟悉的事物的尺度来**衡量**比较。

如果能运用好这两条原理，就会使人们找到一条**创造发明**的途径。

内部资料

