



科技创新后备人才成长规律及其鉴别和培养

胡卫平

现代教学技术教育部重点实验室（陕西师范大学）



目录

CONTENT

01

问题提出

02

成长规律

03

有效鉴别

04

系统培养



问题提出



挑战：需求与供给的矛盾突出

创新得到国家的高度重视

国际上：百年未有之大变局；国内：中华民族伟大复兴的大局

十八大”明确提出：**科技创新**是提高社会生产力和综合国力的战略支撑，必须摆在国家发展全局的**核心位置**。

十八届五中全会：**创新**、协调、绿色、开放、共享。

十九届六中全会：**推进科技自立自强**。

二十大：**教育、科技、人才**摆在**本批**统筹安排。
创新人才 关键时期

儿童
青少年

中小学时期是关键

创新

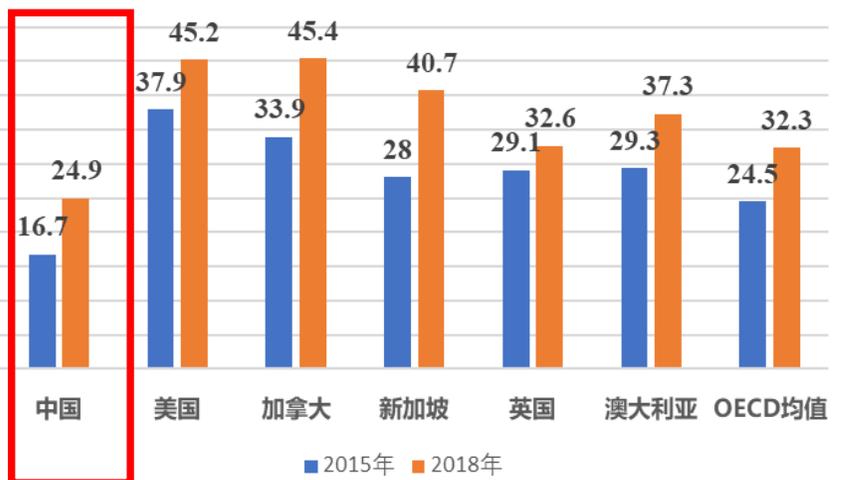
关键



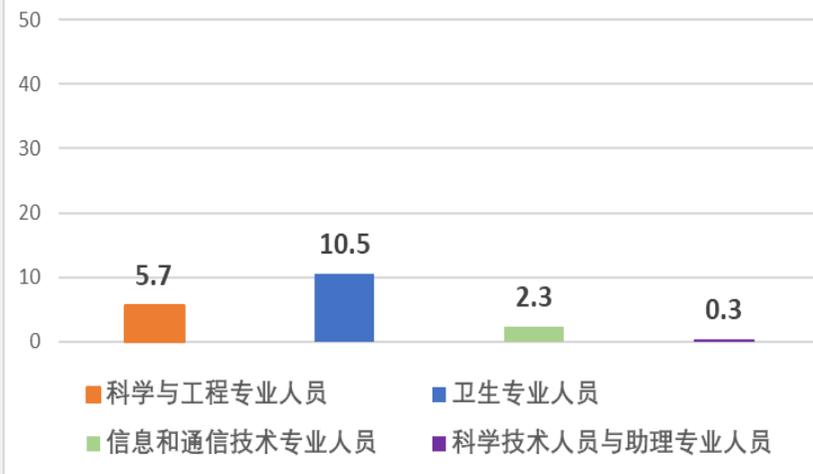
挑战：需求与供给的矛盾突出

问题1：从事科技职业的意愿不强

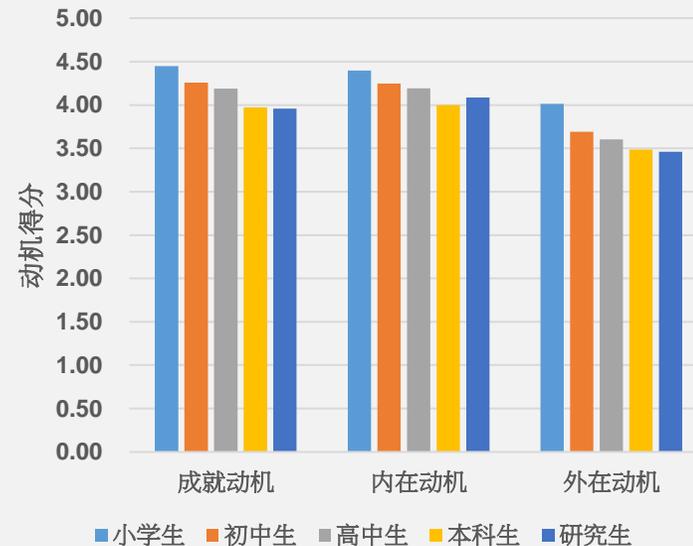
期望在30岁时从事科学相关职业的学生比例



八年级学生期望从事科学职业的分布情况



(全国仅有18.8%的八年级学生期望以后从事科技相关职业)



:2023：各学段学生参加科技创新活动/竞赛的动机

2015、2018：PISA项目测试结果

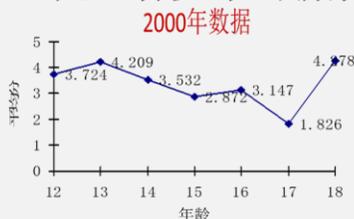
2020年国家科学质量监测报告



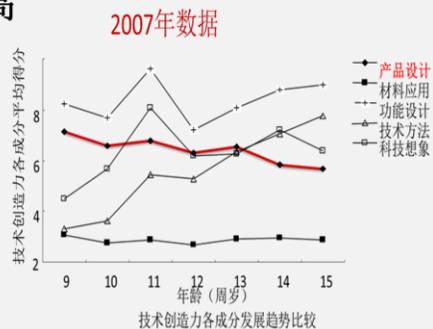
挑战：需求与供给的矛盾突出

问题2：科技创新素质不高

儿童青少年创新素质不高



中国青少年创造性技术产品设计能力的发展趋势



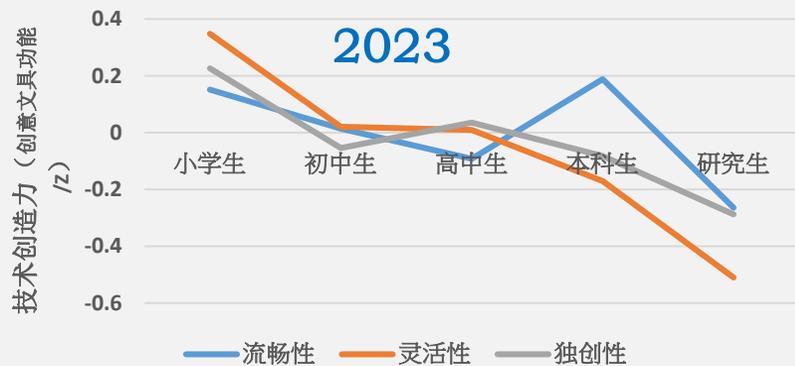
胡卫平, 俞国良. 青少年的科学创造力研究[J]. 教育研究, 2002, (1)

Weiping Hu, Philip Adey. A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. *International Journal of Science Education*. (SSCI期刊) 2002年第4期.

Chongde Lin, Weiping Hu, Philip Adey & Jiliang Shou. The influence of CASE on Scientific Creativity. *Research in Science Education*(SSCI), 2003年第2期 (2003年6月) (第33卷), 143-162.

Hu Weiping, Philip Adey & Jiliang Shou. A comparison of the development of creative thinking in English and Chinese adolescents. *Acta Psychologica Sinica*, 2004, 36 (6): 718-731.

创造性的产品设计能力



技术创造力：最优秀的学生

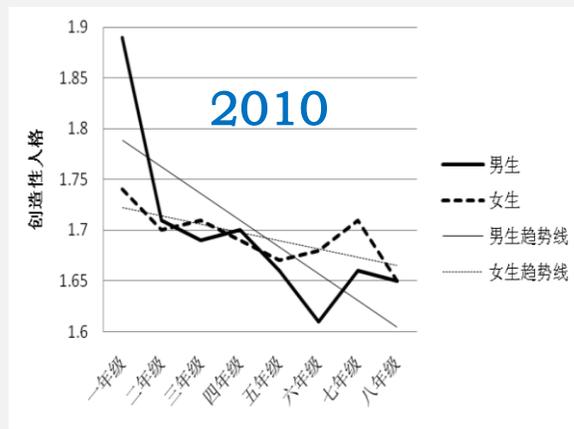
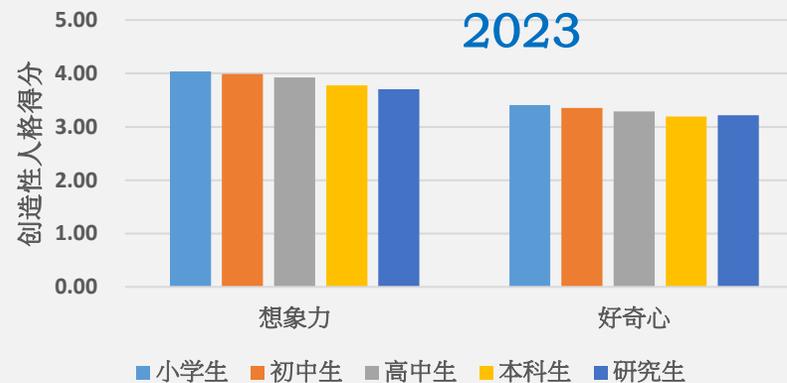
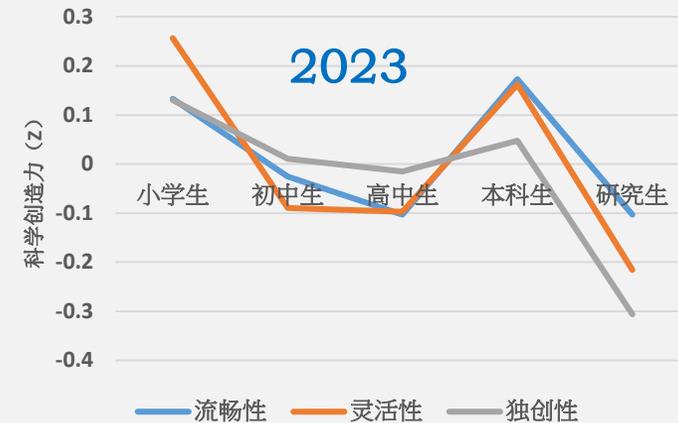


图2 3371名中小學生创造性人格在一至八年級的发展状况

创造性人格



好奇心和想象力：最优秀的学生



科学创造力：最优秀的学生

AI虚拟主体模拟人类创造活动时，产生**新颖性、价值性**成果的能力

通用:

在大语言模型对自然语言理解的基础上进行的**文字、图像、音视频**等多模态创造

专业:

程序开发领域:

DeepMind的AlphaCode人工智能模型开发程序;

多模态文艺创作:

数学与科学领域:

AlphaTensor人工智能模型，进行数学发现、计算视觉和物理模拟;

DeepMind的AlphaFold可以生成创新性的蛋白质结构; 利用变分编码器 (VAE) 模型设计COVID-19治疗药物;



- 基于**思维链**的**联想推理**机制、
- 基于**神经元激活**的**迁移和重组**创造机制、
- 基于**前向/反向传播**的**发散和聚合**机制、
- 基于**超参数调节**的**突破思维定势**机制、
- 基于**大规模参数与训练集**的**顿和悟涌现**机制、

伦理规范及道德约束、产权保护及法律保障、人才培养及教育改革、人机协同创造



成长规律



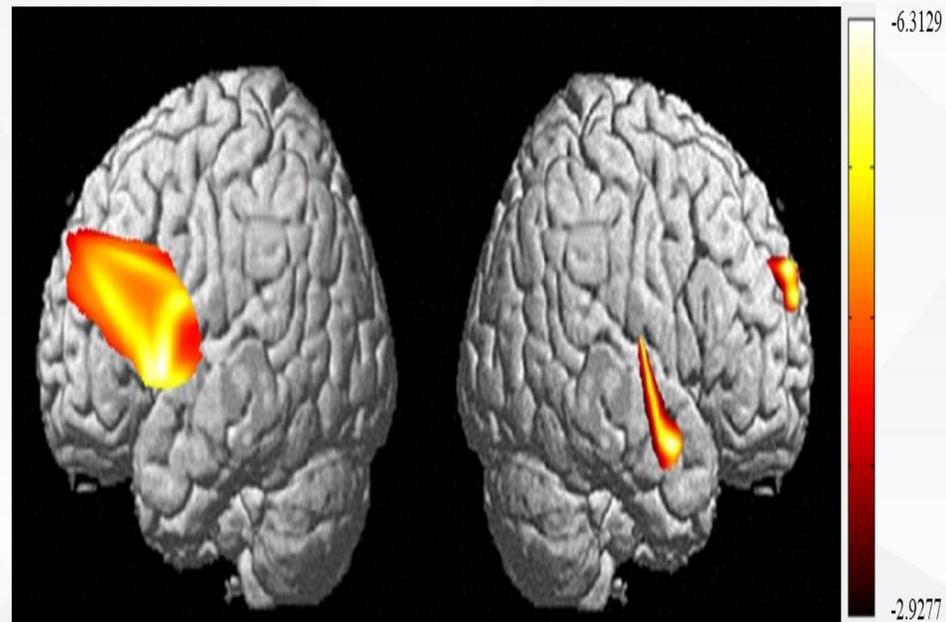
创新人才成长规律研究

必备特征

发展规律

影响机制

◆ fNIRS数据结果



◆ 在愤怒情绪下，大脑的岛盖部、三角部、和下角后区（均为布洛卡区的一部分，属额下回）、颞极、颞中回、颞上回、额极、背外侧前额叶的激活增多



必备特征

创新后备人才的必备特征

总结以往相关研究，研究者们普遍强调以下四方面特征对科技创新后备人才形成的重要作用。

思维

人格

知识

动机

理论名称	主要内容	所强调的创新人才必备素质
4P 理论 (Rhodes, 1961)	创造力的研究主要集中于创造性的个人或人格、过程、产品压力或环境	人格：内部动机、开放性、自主性、说服力 环境：支持创新活动的环境
内隐理论 (Sternberg, 1985)	创造力是认知和个性要素的一种组合	创造力要素包括联系想法、看出异同、具有灵活性、有审美品味、反正统、动机强、有好奇心和质疑社会常规等
外显理论 (Amabile et al., 2016)	创造性产品的产生是领域相关技能、创造力相关技能和任务动机相互作用的结果	具备领域相关技能，包括领域相关知识、领域所需要的技术、特殊领域相关的天赋等； 具备创造力相关技能，包括适宜的认知风格、产生新颖想法所需要的内隐或外显的启发性知识、有益的工作风格； 具备任务动机，包括对任务的态度、对于自身承担此任务的动机的自我感知等。
天赋的三环理论 (Renzulli, 2016)	有天赋的人通常包含三种特质的交互	高于平均水平的能力； 高水平的任务投入； 高水平的创造力。

分类理论 (Gruber, 1988)	创造力是一种横跨多个领域的的能力	智力包括视觉-空间智力、语言智力、逻辑-数学智力、运动智力、音乐智力、自知智力、人际智力、自然智力。
投资理论 (Sternberg et al., 1991)	创造性的投资者可以对创造性的观点或者想法进行低买高卖，成功的创造者具有识别潜在在价值观点的能力，并且能够使别人信服它的价值	创造性人才所需要的6种必备要素：动机、智力、知识、人格、思维风格和环境。
游乐场理论 (Baer et al., 2005)	游乐场理论是一个关注创造力领域的隐喻性理论模型，它将创造性的活动比喻为去游乐场游玩，二者都需要：做准备工作，选择普遍主题领域，选择具体主题	强调了智力、动机、支持性的环境，以及领域知识等要素对创新人才成长的作用
4C 理论 (Kaufman et al., 2009)	将创造力分为微创造力 (Mini-C)、日常创造力 (Little-C)、专业创造力 (Pro-C) 和杰出创造力 (Big-C) 四种水平	长年累月的练习，对专业知识的深度理解和对专业问题的长期思考
进化系统模型 (Gruber, 1988)	从发展角度，提出由内而外影响创新人才表现的关键要素，并强调这些要素的相互作用	个体的目标、知识、情感交互作用下所形成的独特人格及思维方式
科学创造力的结构模型 (胡卫平, 2001)	科学创造力的结构是由科学创造的过程、科学创造的品质和科学创造的产品相互联系、相互制约、相互协调，构成的一个多侧面、多水平、多联系的三维立体结构	在思维过程上，具有较高的创造性思维和想象能力；在思维品质上，具有较高的思维流畅性、灵活性和独创性

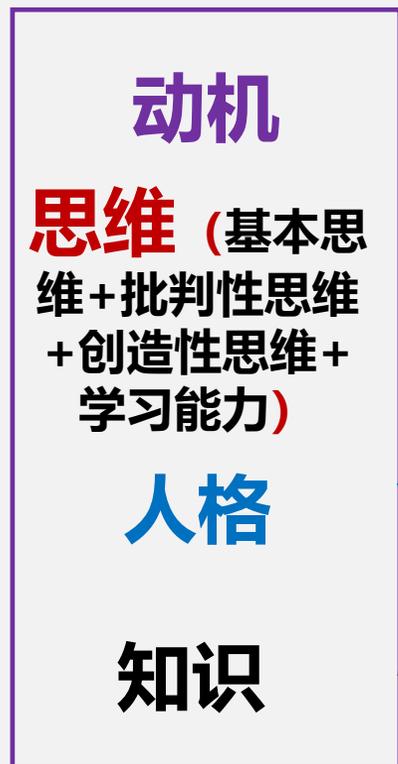
胡卫平, 韩葵葵. 青少年科学创造力的理论研究与实践探索[J]. 心理发展与教育, 2015, 31 (1): 44-50.

胡卫平. STEM教育与科技创新人才培养[J]. 中国民族教育, 2018(Z1): 16-18.

创新后备人才的必备特征



环境
+
活动



维度	内容
动机	求知欲强、乐于钻研、喜欢交流合作、追求卓越、兴趣广泛、喜欢创新、有理想、质疑
能力	一般智力强、自控力强、思维独特、思维灵敏、洞察力强、具有批判性思维、善于分析、联想与想象力好
创造性人格	
风格	自我反思总结、解决问题讲策略、严谨认真
性格	勤奋努力、乐观开朗、喜欢接受挑战、执着、乐于接受新鲜事物、不怕困难、自信、谦虚、精力充沛、真诚、耐挫力强
知识	知识广博

5个维度31项特质

动机特征

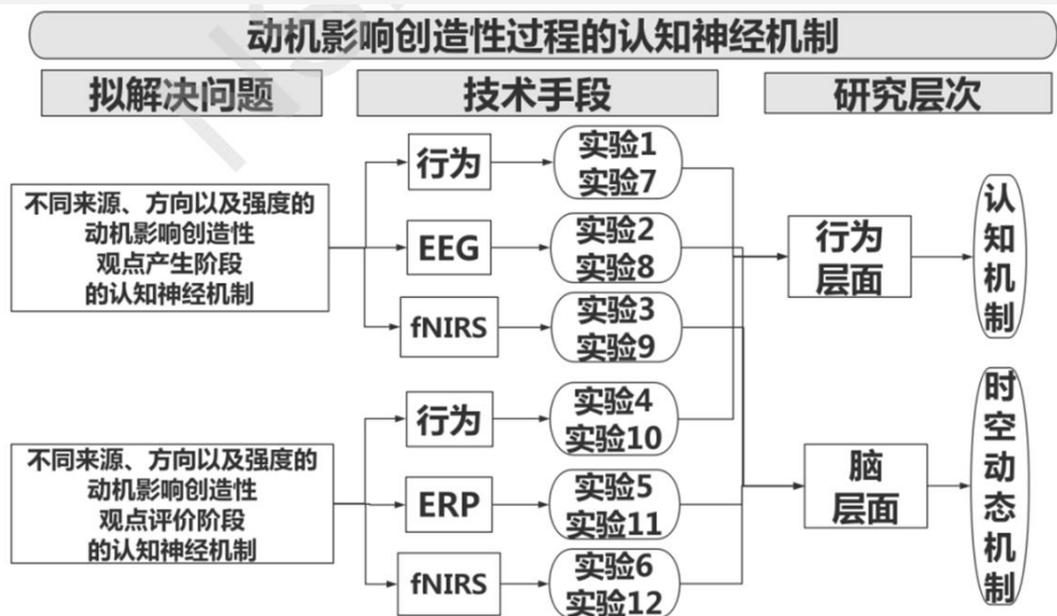


图 2 技术路线

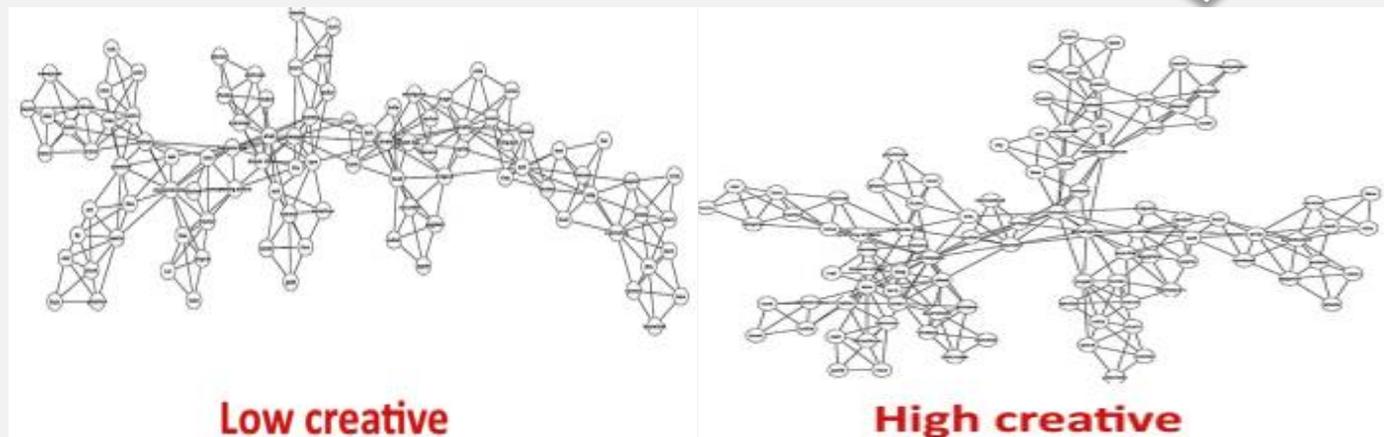
- (1) 内部动机能够促进创造性科学问题提出能力，尤其表现在流畅性以及独创性维度上；
- (2) 外部动机能够抑制创造性科学问题提出能力，尤其表现在独创性维度上；
- (3) 不同的外部动机对于创造性科学问题提出能力的影响是不同的，期待正性评价不能影响到创造性科学问题提出能力，但避免负性评价对创造性科学问题提出能力有着显著的抑制作用

国家自然科学基金：动机影响创造性过程的认知神经机制，课题号：31871118

知识特征



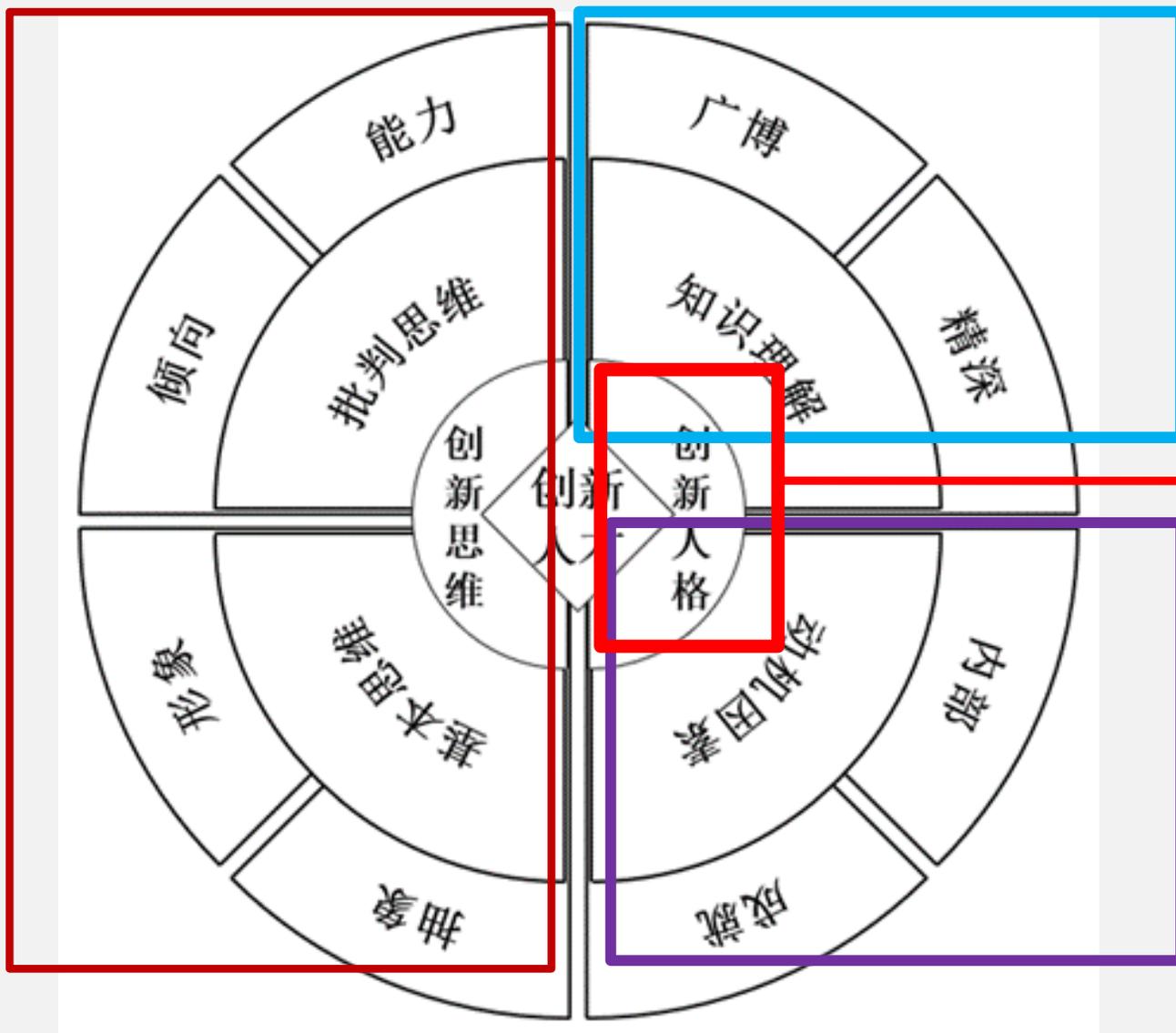
高语义灵活性的个体呈现出**更丰富的大脑功能连接模式**



高创造性个体的语义网络表现出比低创造性个体**更高的连通性、更短的距离。**

综合课程有利于学生创造力的发展

必备特征



勤奋努力
 冒险精神
 意志坚强
 独立自信
 思维开放
 想象丰富
 质疑品格
 容忍模糊



发展规律



创新后备人才的成长阶段

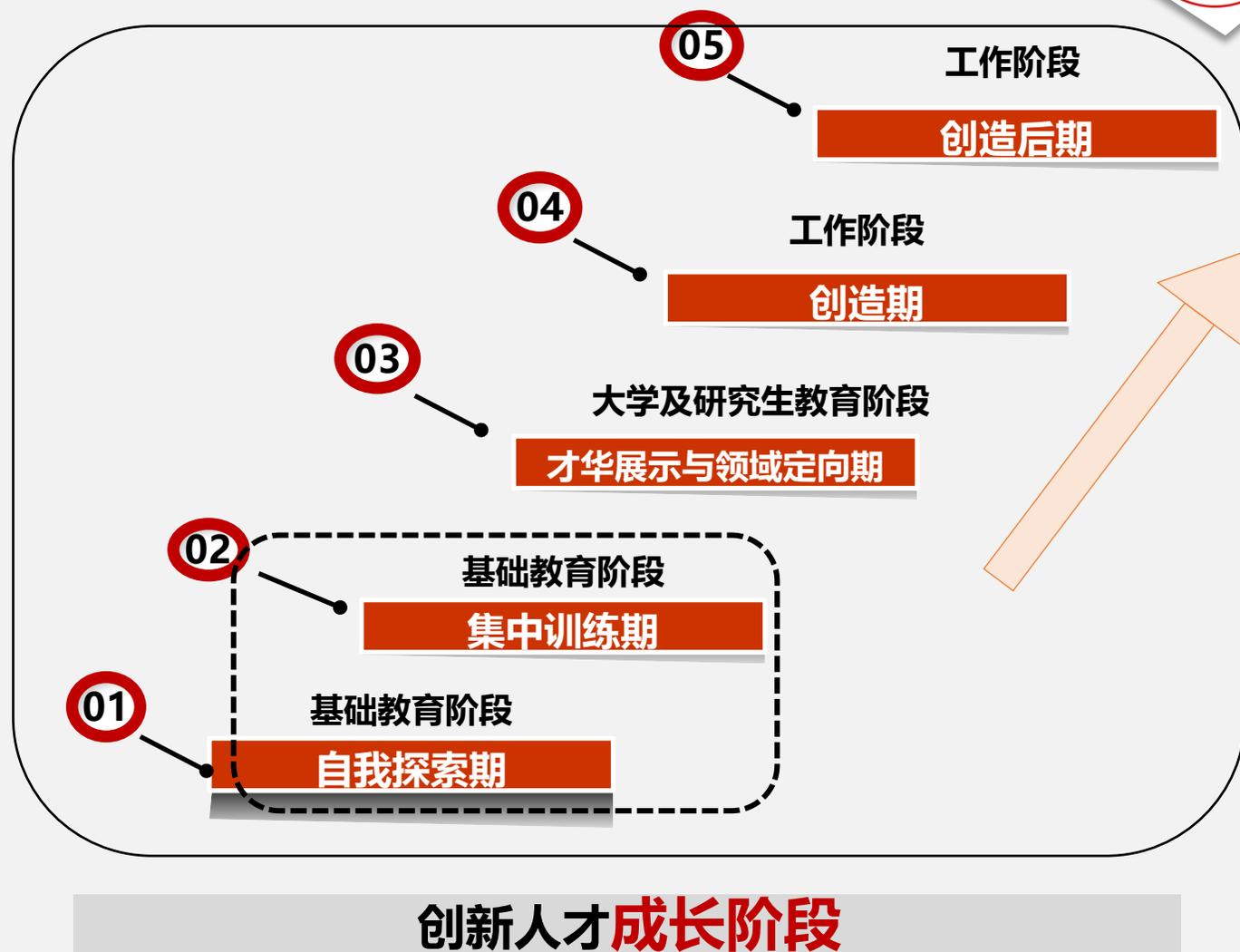
Kaufman 和 Beghetto 提出了创造力的 4C 模型:

Big-C 是指天才创造力, 是少数杰出人才具有的。

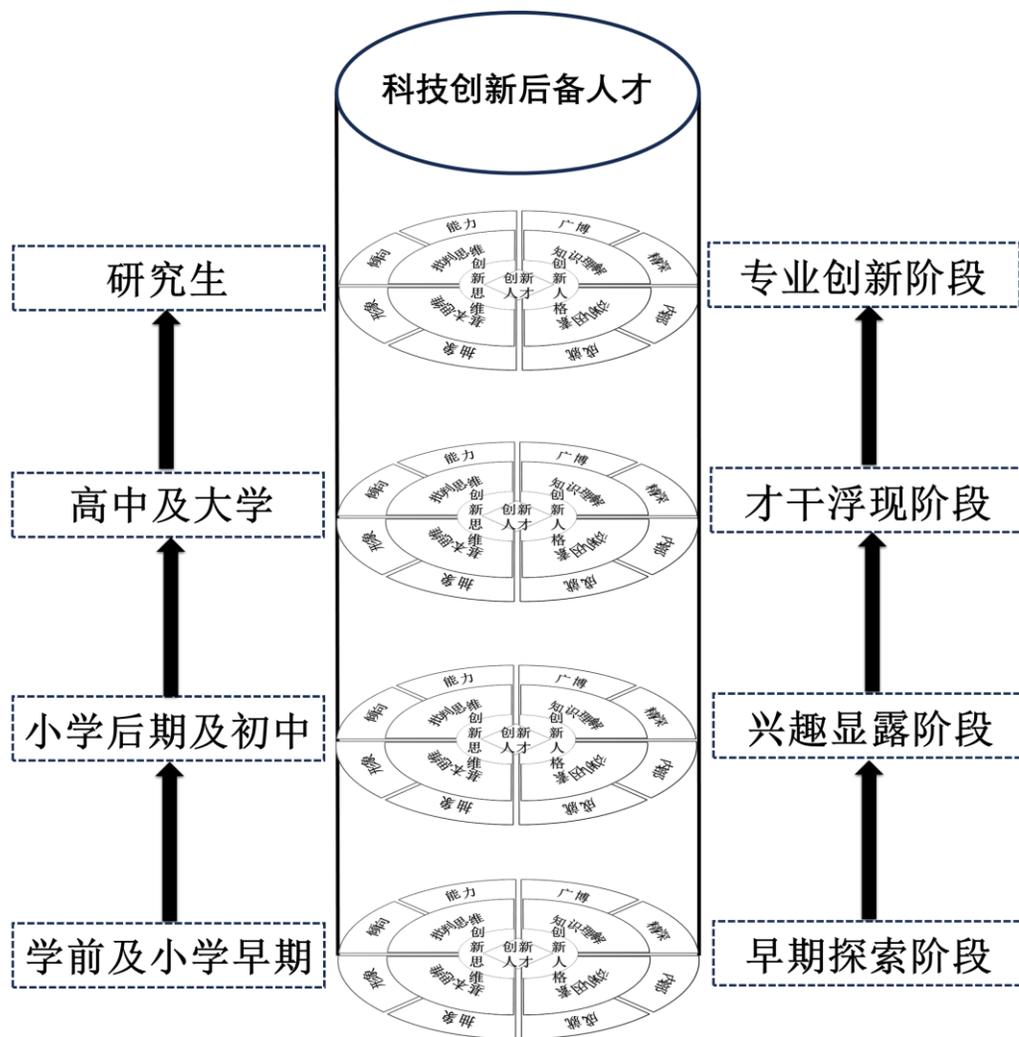
Pro-C是指职业领域的创造力。

Little-c 指日常创造力。

Mini-c 指学习中的创造力



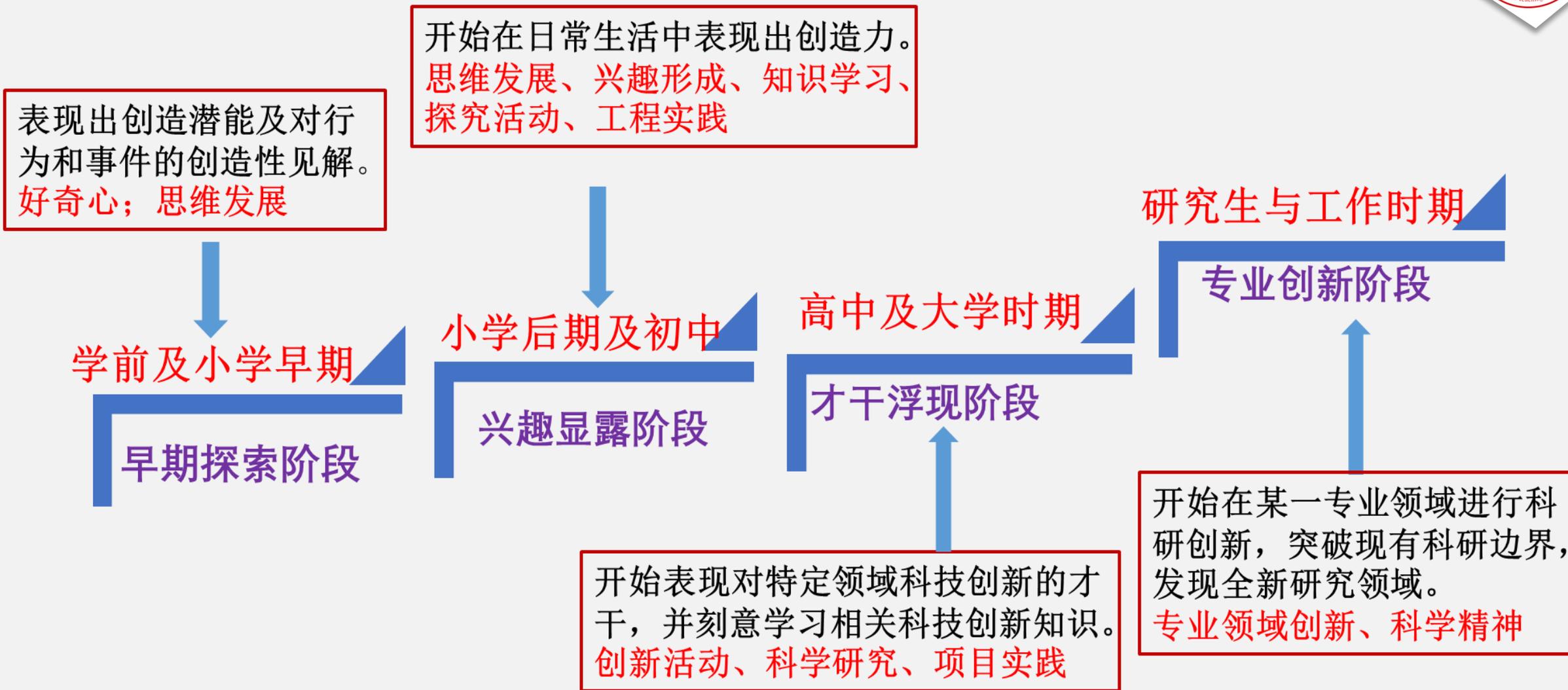
发展规律



一般发展阶段

交互发展机制

多元发展路径





影响机制

影响科技创新人才成长的相关理论

自我决定理论：

内部动机、外部动机、外部动机内化；

阶段环境匹配理论：

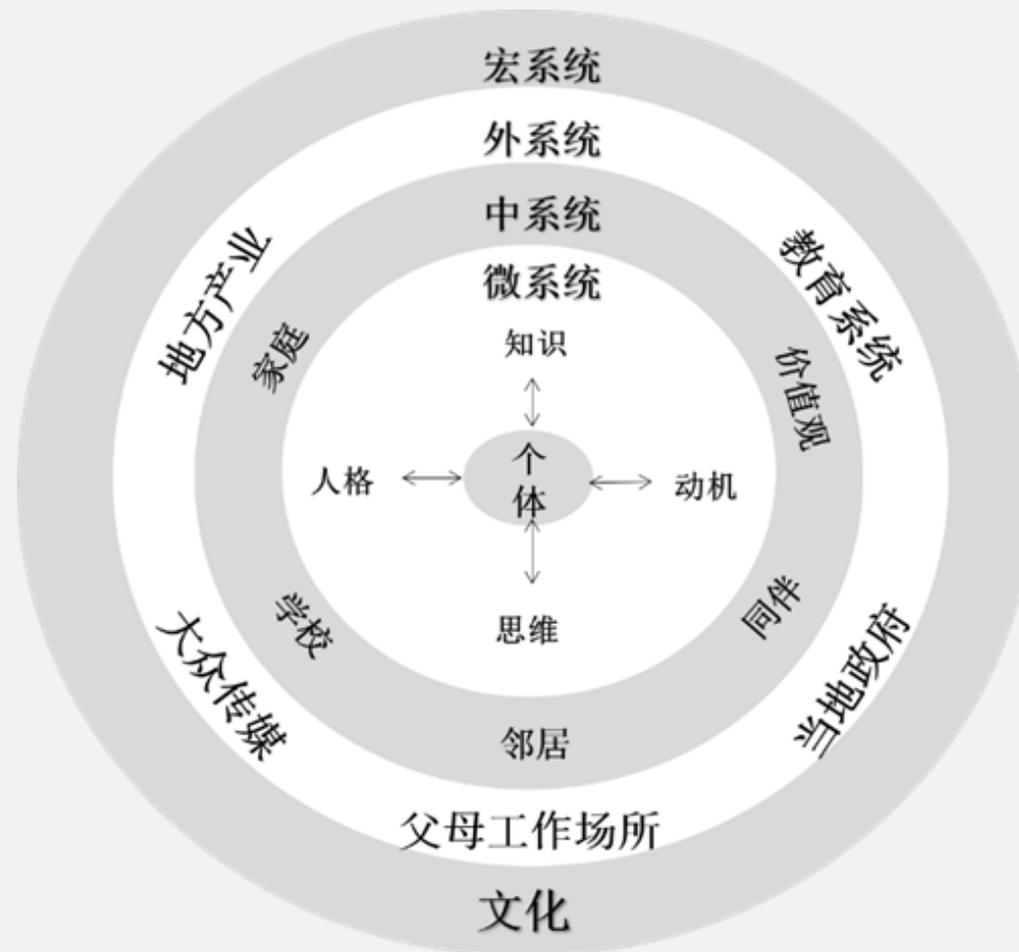
强调发展适宜性；

发展情境理论：

强调个体与情境的交互作用；

创造力投资理论：

智力、知识、认知风格、人格、动机及环境
6种资源



创造力发展的生态系统模型

情绪对创造力的影响

情绪对创造力的影响

情绪激发条件下



国家自然科学基金
(31470977)

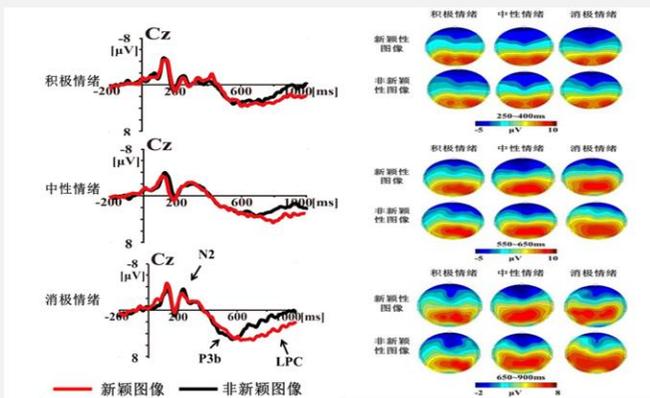
胡卫平, 王博韬, 段海军等 情绪影响创造性认知过程的神经机制
《心理科学进展》2015.11

聚合交叉 协同创新

情绪对创造力的影响

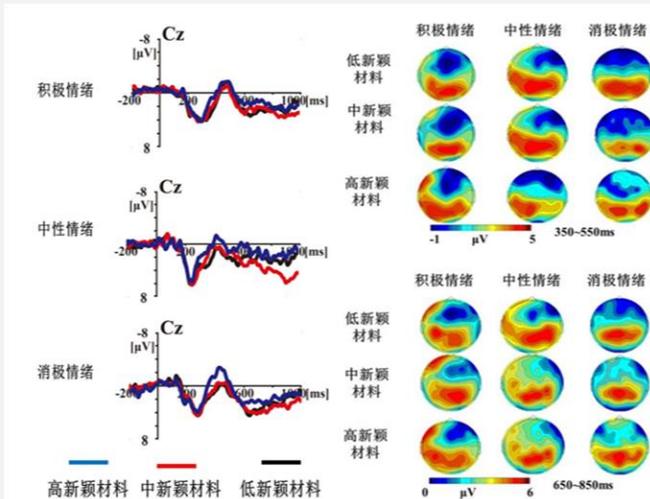
积极情绪更利于学生创造力的发展；消极情绪中的**恐惧情绪**会显著**抑制**创造力的发展。

图片

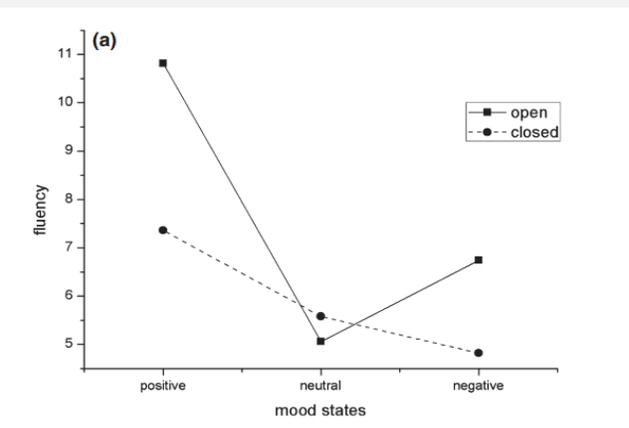
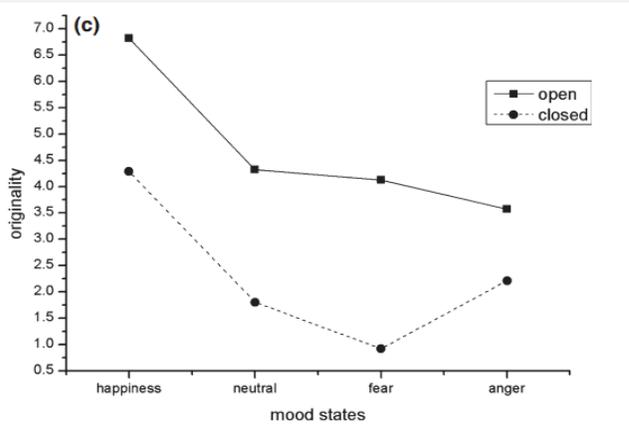


- 1) 消极情绪状态显著的**阻碍**了个体的图像新颖性加工活动。
- 2) 消极情绪通过**调节被试原有注意范围和水平的方式**，对新颖与非新颖图像的早期加工产生了较为一致的阻碍作用。

文字



- 1) 消极情绪状态显著的**阻碍**了个体的文字新颖性信息的加工。
- 2) 情绪会在文字新颖性信息加工的早期阶段，影响到个体对文字材料中语义冲突的知觉加工过程。**消极情绪材料下，新颖性文字所引发的语义冲突最大。**

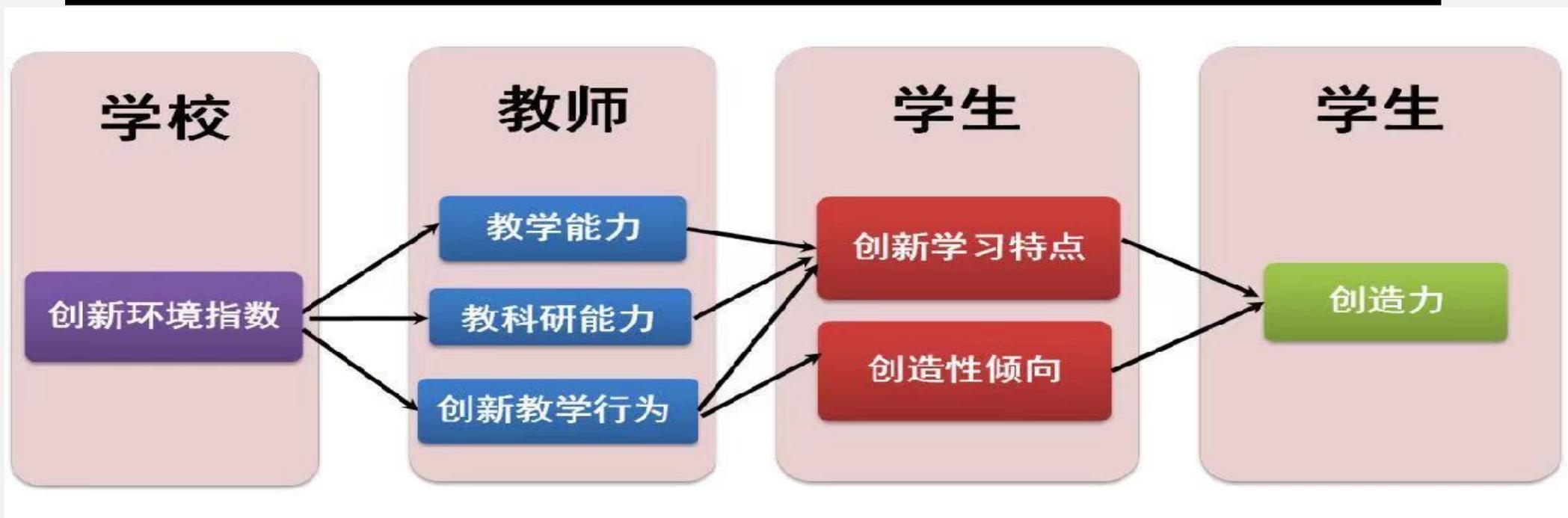


Chen, B., Hu, W., & Plucker, J. A. (2015). The Effect of Mood on Problem Finding in Scientific Creativity. *The Journal of Creative Behavior*.

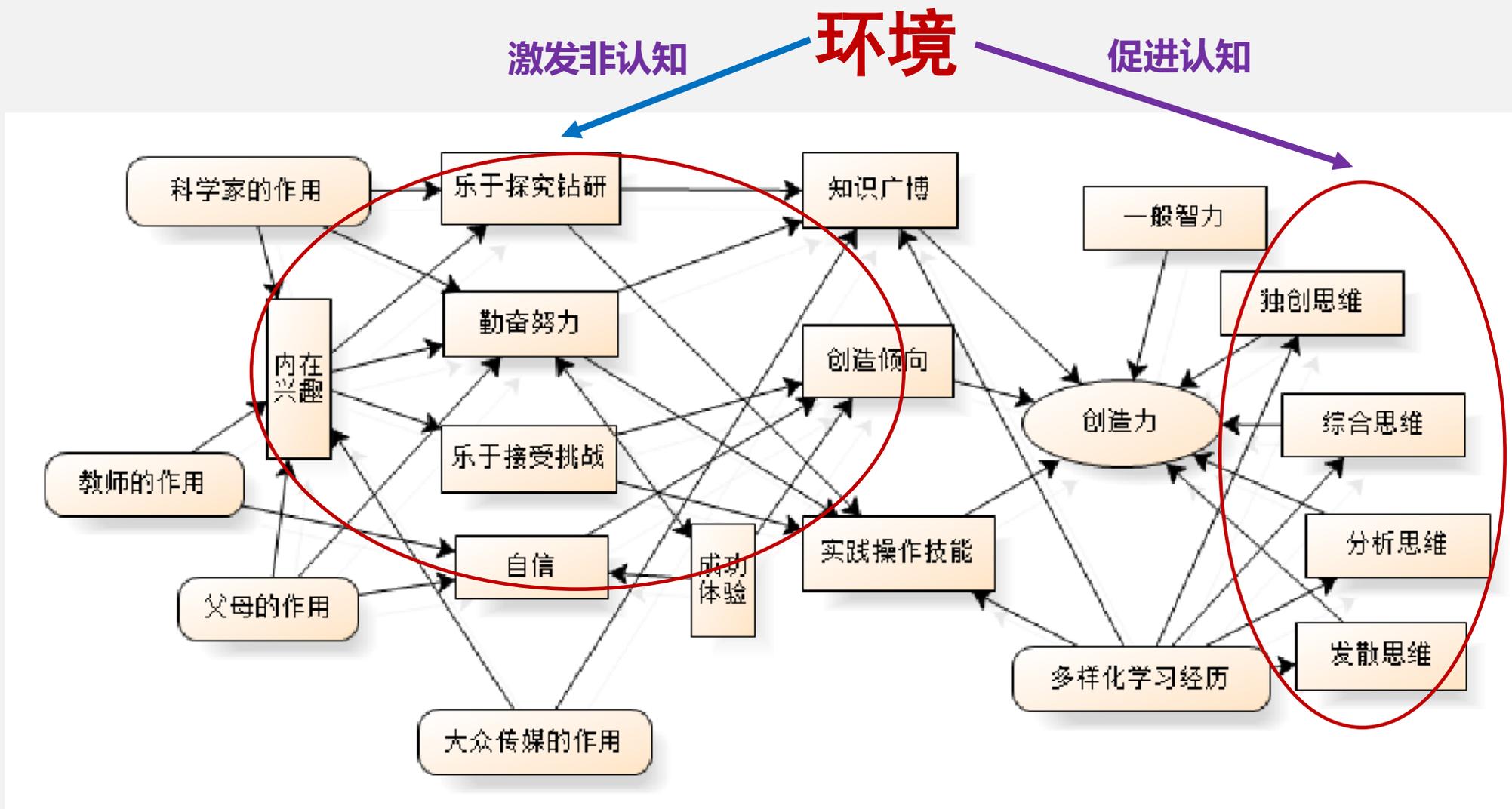


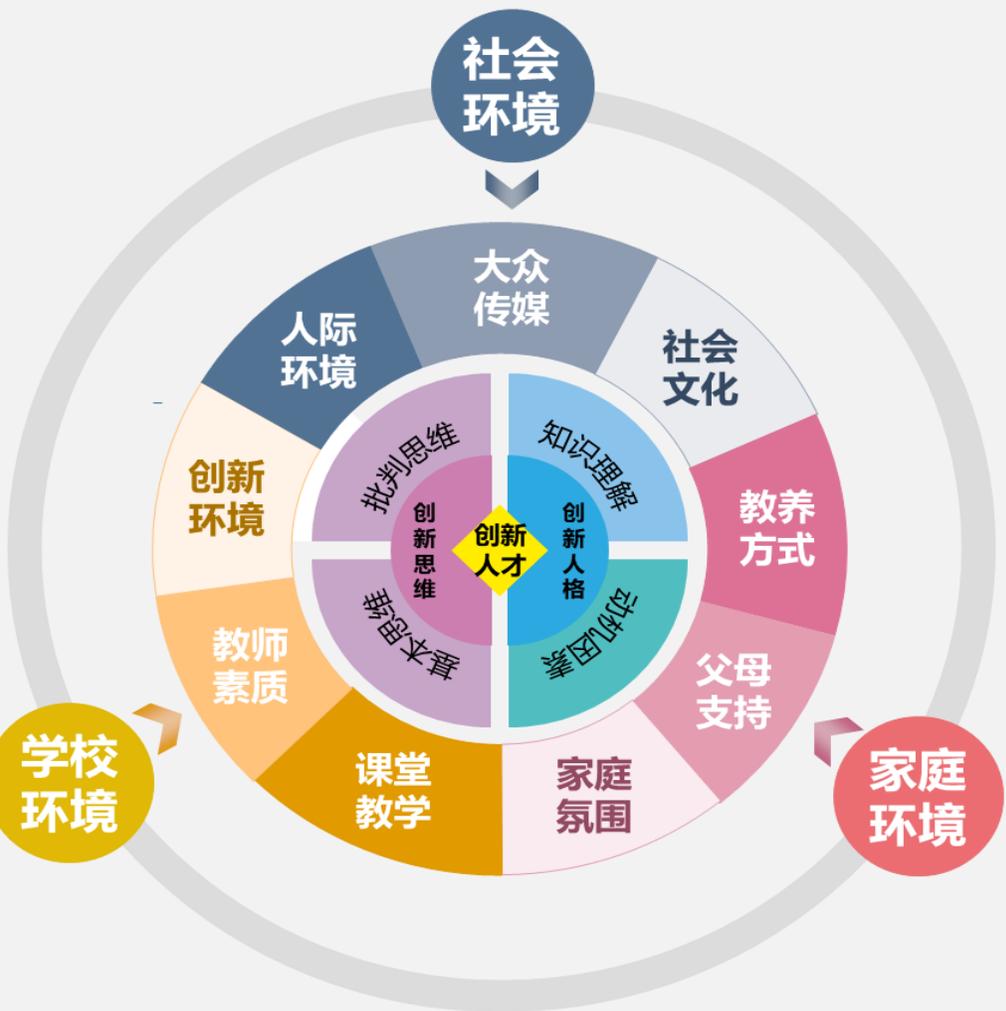
创新环境影响学生创造力的机制

自变量	因变量	B	β	T值	R2	AdjustR2
学校创新	教师教学能力	0.37				
环境指数			0.32	2.45**	0.27	0.26
	教师教科研能力	0.36	0.21	2.42**	0.22	0.23
	教师创新教学行为	0.61	0.57	6.05***	0.75	0.74



环境对学生创新素质的影响





鉴别与培养:

- 聚焦必备特征
- 遵循发展规律
- 依据影响因素

培养措施

- 第一, 激发内在动机
- 第二, 形成认知结构
- 第三, 培养思维能力
- 第四, 塑造创新人格



有效鉴别



基于经典资优理论的 单一智力标准

↪ 一般资优理论 (Galton, 1869; Terman et al, 1959)

→ 智力成为拔尖创新人才选拔的唯一标准

基于修正资优理论的 多元鉴别标准

↪ 多元智能理论 (Gardner, 1983)

↪ 三元智力理论 (Sternberg, 1985)

↪ 三环理论 (Renzulli., 2016)

↪ 创造力的系统模型 (Csikszentmihalyi, 2014; 张景焕 等, 2015; 施建农 等, 2012)

→ 综合考察知识、思维、人格和动机等多元选拔标准

基于发展阶段理论的 动态成长性鉴别标准

↪ 4C理论模型 (Kaufman et al.,2009)

↪ 自我探索期、才华与专业定向期、集中训练期、创造期和创造后期 (林崇德·张景焕 等, 2018)

↪ 早期探索阶段、兴趣显露阶段和才华浮现阶段、专业创新阶段 (胡卫平·辛兵·2023)

→ 关注拔尖创新人才的动态成长性选拔

选拔标准是拔尖创新人才选拔的核心，基于不同的理论，研究者建立了不同的选拔标准，概括起来有三种。总体看，选拔标准具有依据理论、注重多元和考虑发展的趋势，但整合多个要素，体现发展阶段的评价标准尚未形成，**鉴别标准不能体现必备特征。**



国内外研究现状

横向选拔

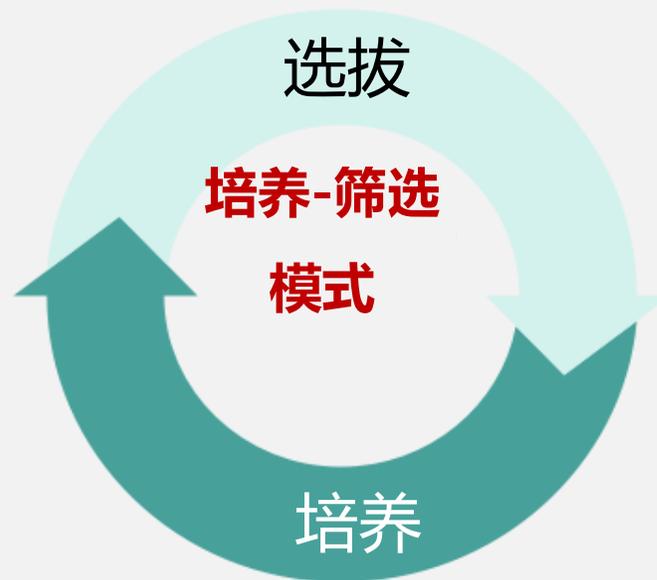
通过高难度的竞赛选拔创新人才



鉴别方法

纵向选拔

以选促培，以培促选，培选结合



鉴别方法

选拔方法主要分为**竞赛-筛选**的横向选拔模式和**培养-筛选**的纵向选拔模式，但**两者的融合需要进一步加强**

(胡卫平, 辛兵, 科技创新后备人才成长规律研究, 2023)

选拔方法不能体现综合评价

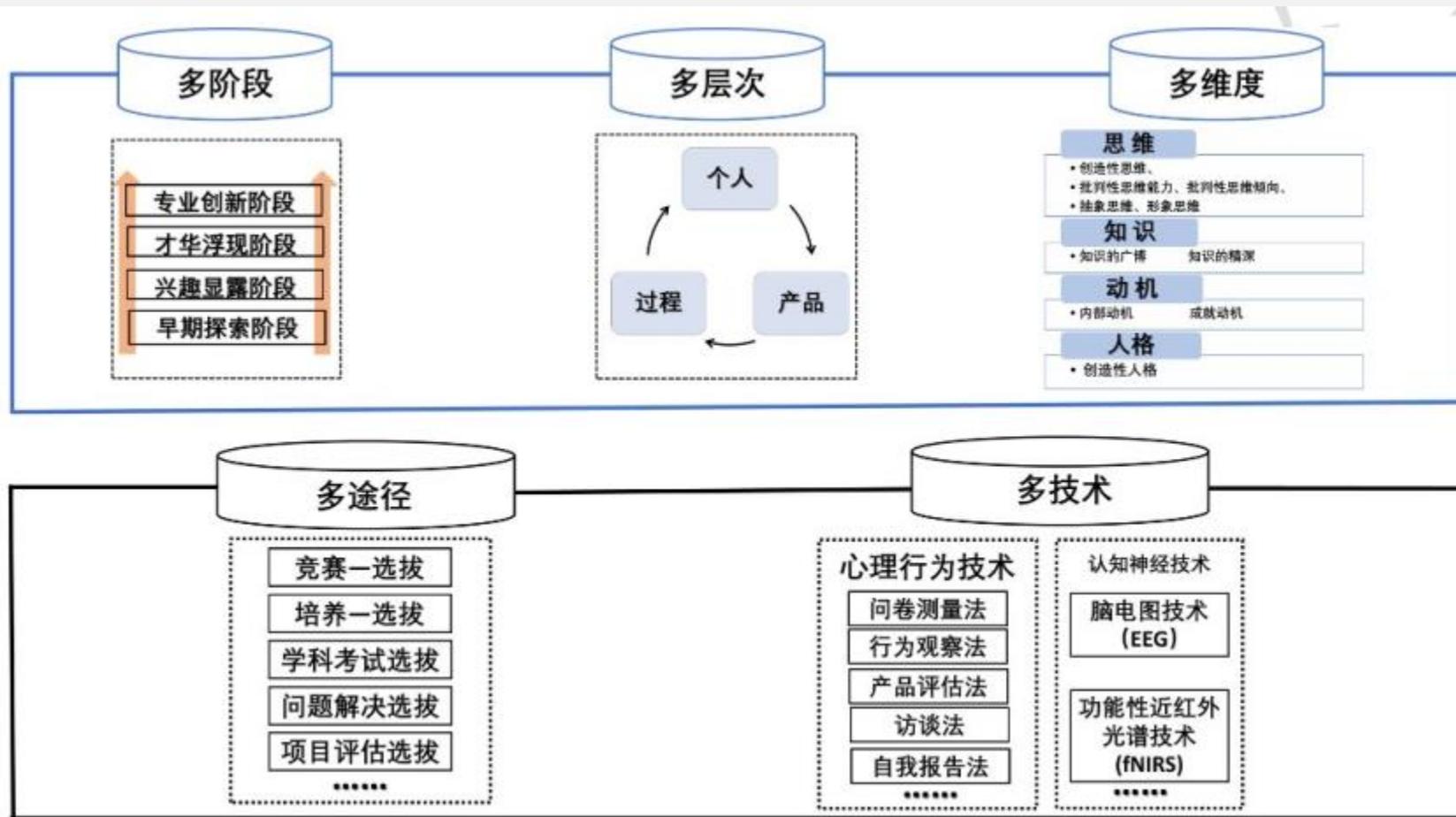


统筹考虑创造性的产品、过程和个人，整合“竞赛-筛选”和“培养-筛选”的选拔方式，**构建竞赛-选拔-培养深度融合的体系**



构建多阶段、多层次、多维度、多途径、多技术的科技创新 后备人才鉴别方法

有效鉴别



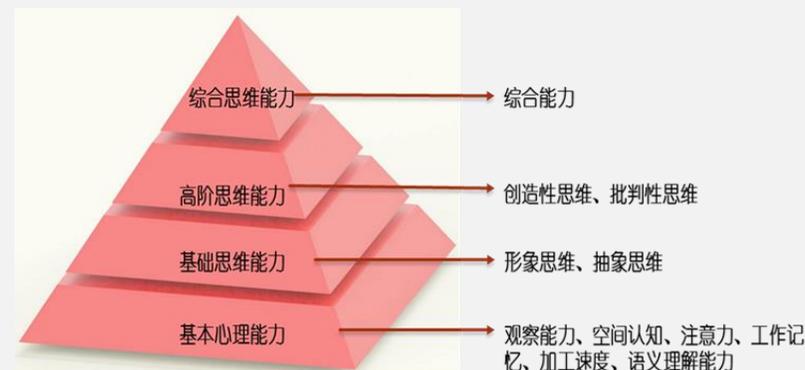
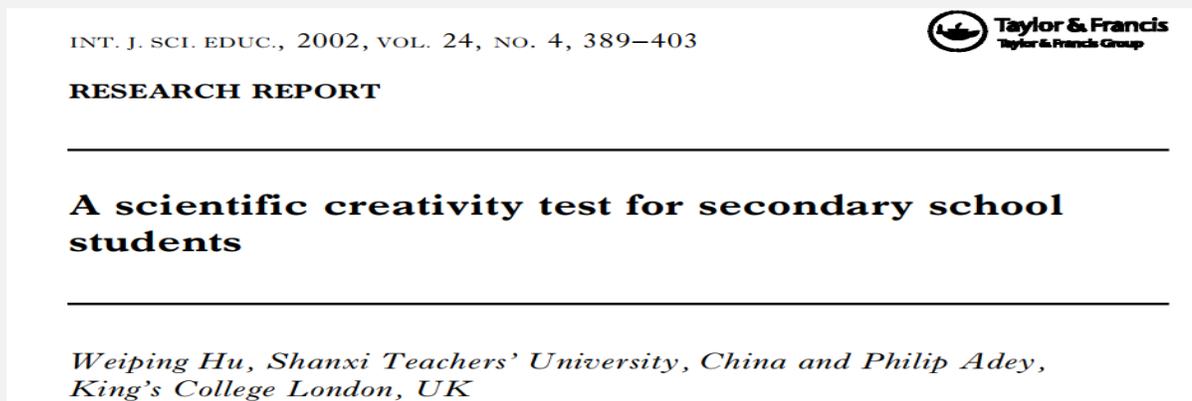


有效鉴别

- 在早期探索阶段，主要评价孩子的好奇心、对科学探究的兴趣，以及基本思维能力和创新意识；
- 在兴趣显露阶段，在关注好奇心、学生探究兴趣、基本思维能力发展的基础上，考查学生的创造性思维能力、批判性思维能力，以及对科学知识的理解水平；
- 才干浮现阶段要加强对学生知识理解广度和深度，以及创造性解决问题的能力考查。
- 在专业创新阶段，要重点考查在专业领域的创新活动和创新成果。

创造力系列测验：

- ◆ 科学创造力（引用800多次）、
- ◆ 技术创造力、
- ◆ 艺术创造力、
- ◆ 语文创造力、
- ◆ 数学创造力、





系统培养



国内外研究现状

培养路径

加速制

- ◆ 西安高新一中创新实验班
- ◆ 北京八中少年班
- ◆ 西安交通大学少年班
- ◆ 中国科学技术大学少年班

提早入学、跳级、提前毕业
浓缩课程
大学先修课程

丰富制

- ◆ 人大附中的早培班
- ◆ 北京八中素质班
- ◆ 清华大学“丘成桐数学科学领军人才计划”
- ◆ 北京大学“物理卓越人才计划”

区别式课程方案
抽离式教育方案
导师制教育方案

(王新风, 钟秉林, 2023; 郑永和, 卢阳旭, 2022; 林崇德, 胡卫平, 2012;)

纵观拔尖创新人才的培养, 国际上有一定比较成熟的理论和方法, 我国也探索了多种模式。但**课程与教学的质量有待提高**, **加速式和丰富式的融合有待融合**, **大中小一体化的进阶设计有待完善**; **校内校外资源有待整合**。

理论依据: 科学性

- ◆ 缺乏**科学理论**的指导
- ◆ 设计的**科学性**不够

培养模式: 融合性、个性化

- ◆ 加速式和丰富式的**融合**不够
- ◆ 欠缺多元化和**个性化**培养模式

课程教学: 高质量

- ◆ 课程的**综合性**、**进阶性**不够
- ◆ 教学的**实践性**、**思维型**不强

培养效果难以保证

一是强调政府责任

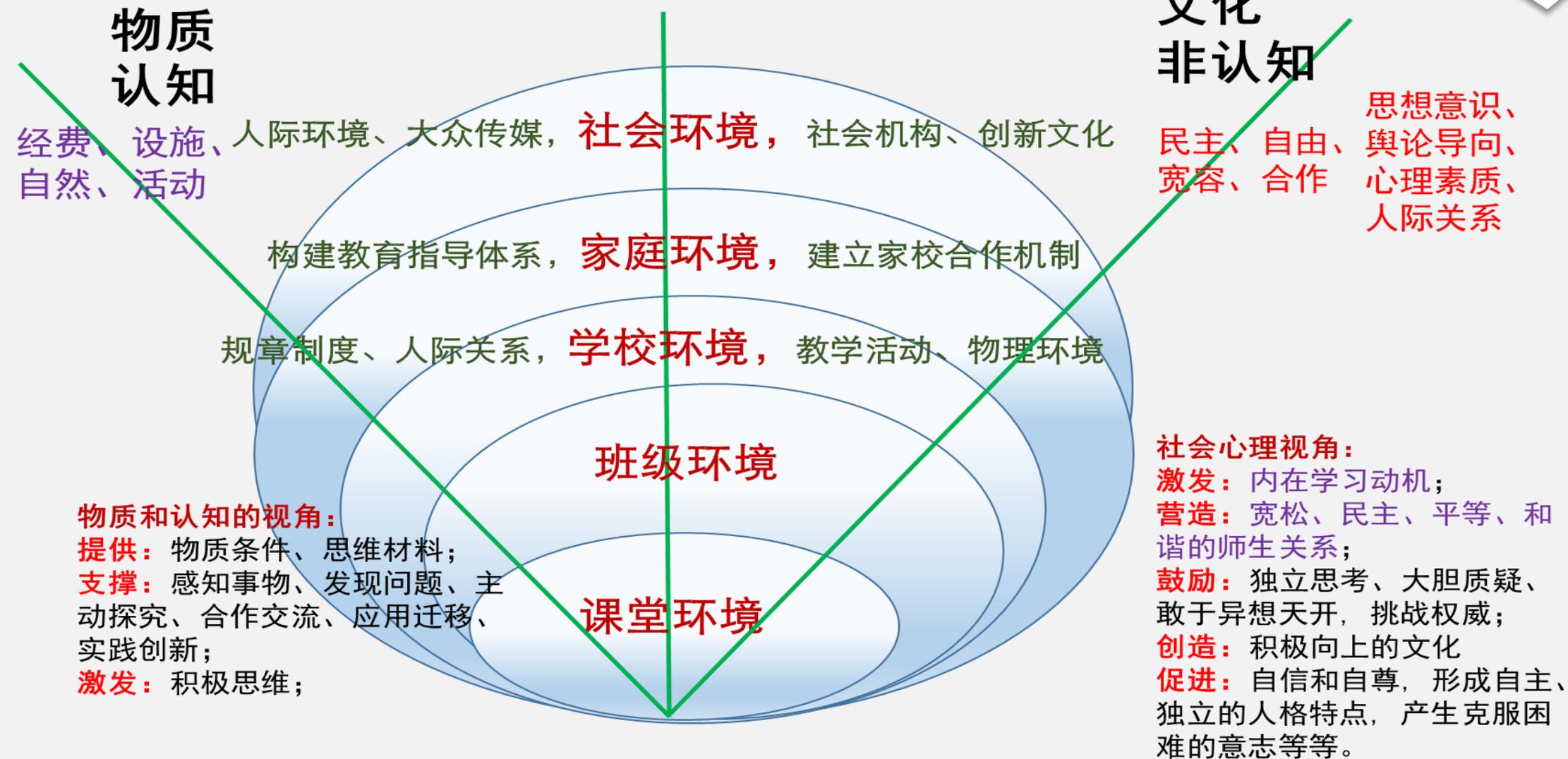
- 法律法规
- 体制机制
- 顶层设计
- 经费投入
- 平台建设
- 科学研究
- 教师培养



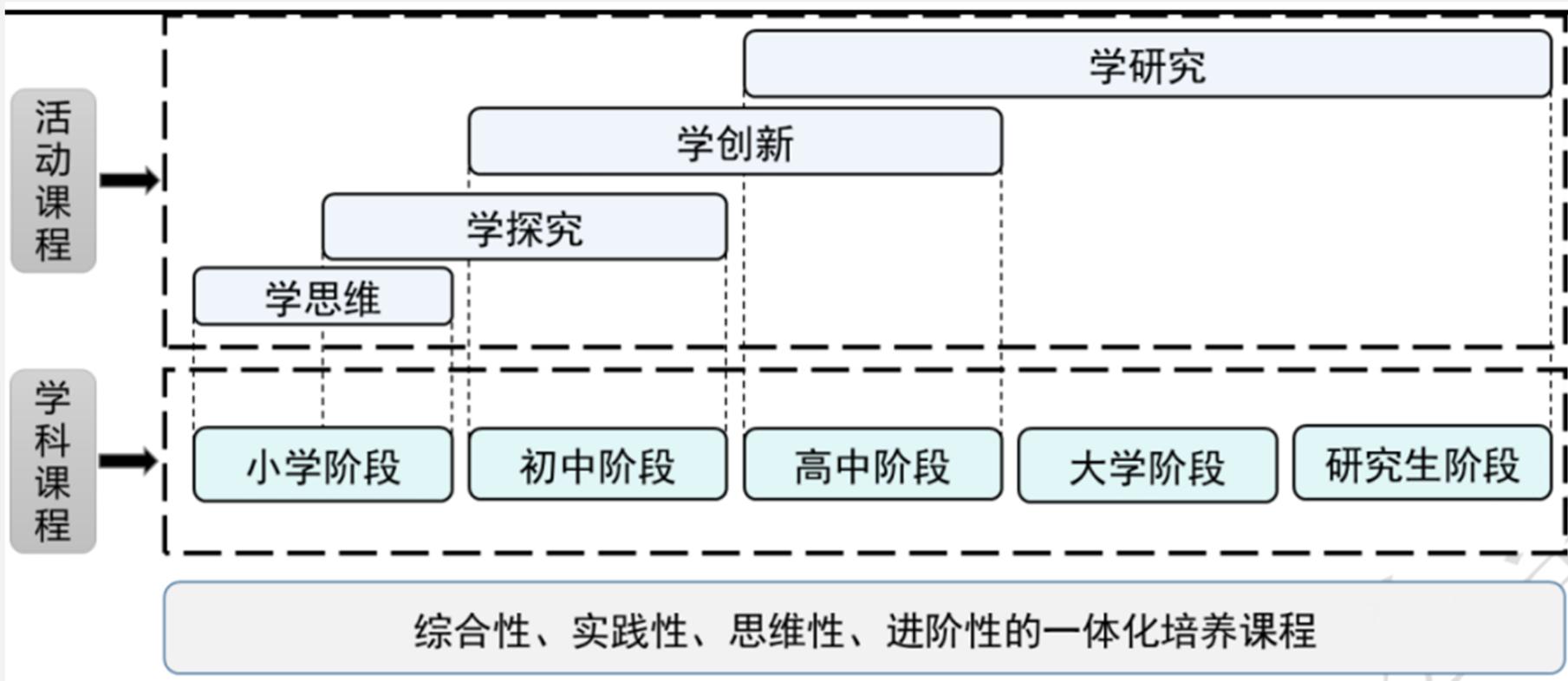
该丛书于被中国教育新闻网评为2019年度影响教师的100本书之一。2021年被《中国教师报》评为最受教师欢迎的10本书之一，投票排名第一。
获得：全国教育科研优秀成果二等奖1项；省级教学成果特等奖1项，省级教学成果一等奖1项。

高等教育出版社，2019年版

二是营造创新环境



三是构建综合性、实践性、思维性、进阶式的培养体系



- 在早期探索阶段：好奇心、直觉兴趣、操作兴趣、创造性人格、基本思维和高阶思维；
- 在兴趣显露阶段：因果兴趣、创造性人格、基本思维和高阶思维、知识的深度理解和灵活应用、参加科学探究活动和综合性的科技创新活动；

□ 在才干浮现阶段：理论兴趣、创造性人格与高阶思维；知识的深度理解和灵活应用；建立科研机构、高等学校与高中联合培养的机制，参与科学研究活动。

□ 在专业创新阶段：创新良好的环境，支持他们围绕国家重大需求或者国际前沿开展课题攻关。



学科课程：义务教育科学课程标准

核心素养：体现必备特征

课程内容：体现了综合性

探究实践：体现了实践性

课堂教学：体现了思维性

进阶设计：体现了进阶性

核心素养的结构

科学观念	具体观念	物质、能量、结构、功能、变化等	创新素质 实践能力 问题解决 社会责任 合作素养 交流素养
	科学本质	可验证性、相对性、暂时性等	
	观念应用	解释自然现象、解决实际问题	
科学思维	模型建构	模型理解、模型建构	
	推理论证	科学推理、科学论证	
	创新思维	新观点、新方法	
探究实践	科学探究能力	提出问题、作出假设、制订计划、搜集证据、分析证据、得出结论、表达交流、反思评价	
	技术与工程实践能力	明确问题、设计方案、实施计划、检验作品、修改迭代、发布成果	
	自主学习能力	自主确定学习目标、选择学习策略、监控学习过程、反思学习过程与结果	
态度责任	科学态度	探究兴趣、实事求是、追求创新、合作分享	
	社会责任	健康生活、人地协调、价值判断、道德规范、家国情怀	

2022年第6期
(总第419期)

全球教育展望
GLOBAL EDUCATION

Vol. 51
No.6, 2022

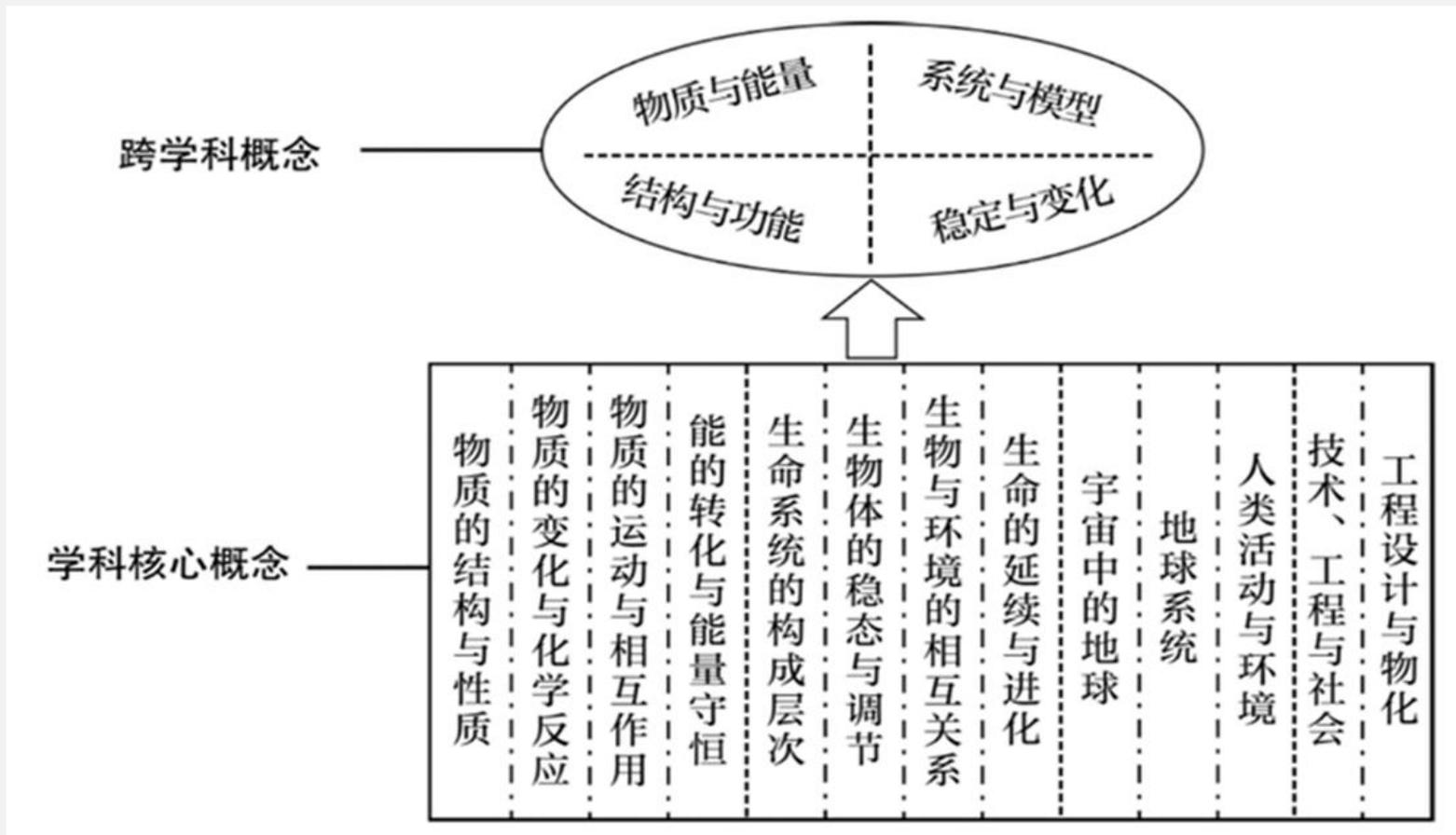
为培养科技创新后备人才创建
高质量义务教育科学课程

胡卫平



学科课程：义务教育科学课程标准

科学课程的内容结构



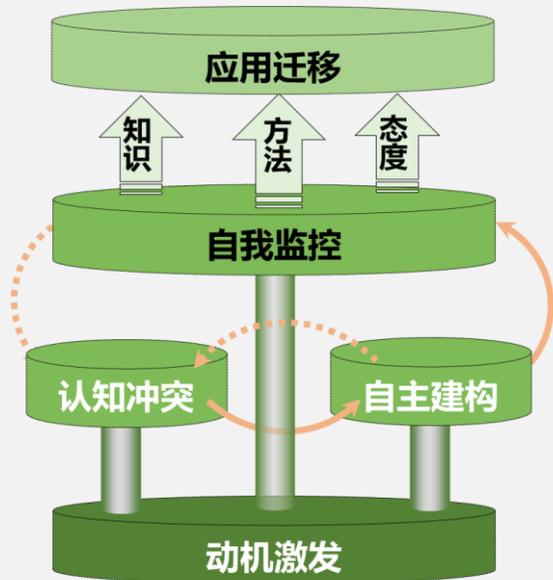
综合科学的优势：

- 第一，从整体上认知科学
- 第二，跨学科概念的学习
- 第三，技术与工程实践的系统设计
- 第四，避免重复交叉

NGSS：模式；原因与结果；尺度、比例与数量

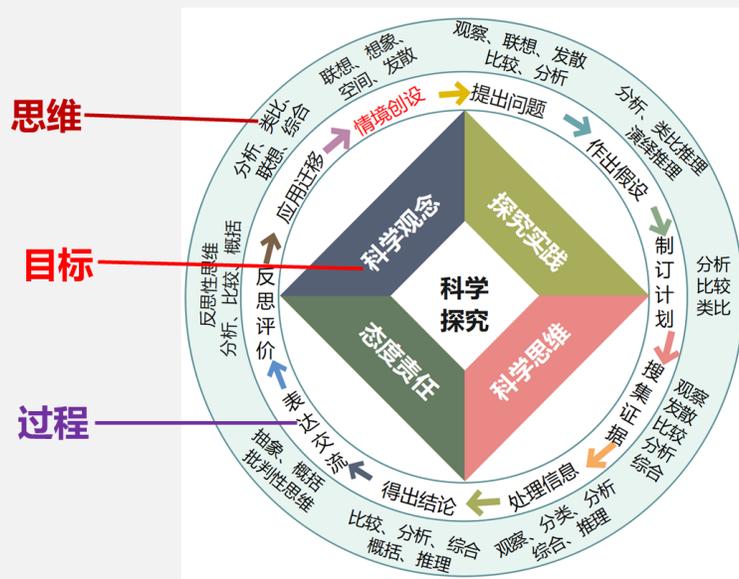
学科课程：义务教育科学课程标准

科学课程的教学要求



思维型教学原理

思维型探究



思维

目标

过程

思维型科学探究教学的目标与过程模型

实验是科学探究中搜集证据的重要途径，需要加强。

整合启发式、探究式、互动式、体验式和项目式等各种教与学方式的基本要求，设计并实施能够促进学生核心素养发展和深度学习的、体现学科核心概念和跨学科概念的**思维型探究和实践体系**。

活动课程

三适合，两遵循

第一，**适合**学生的**知识经验**

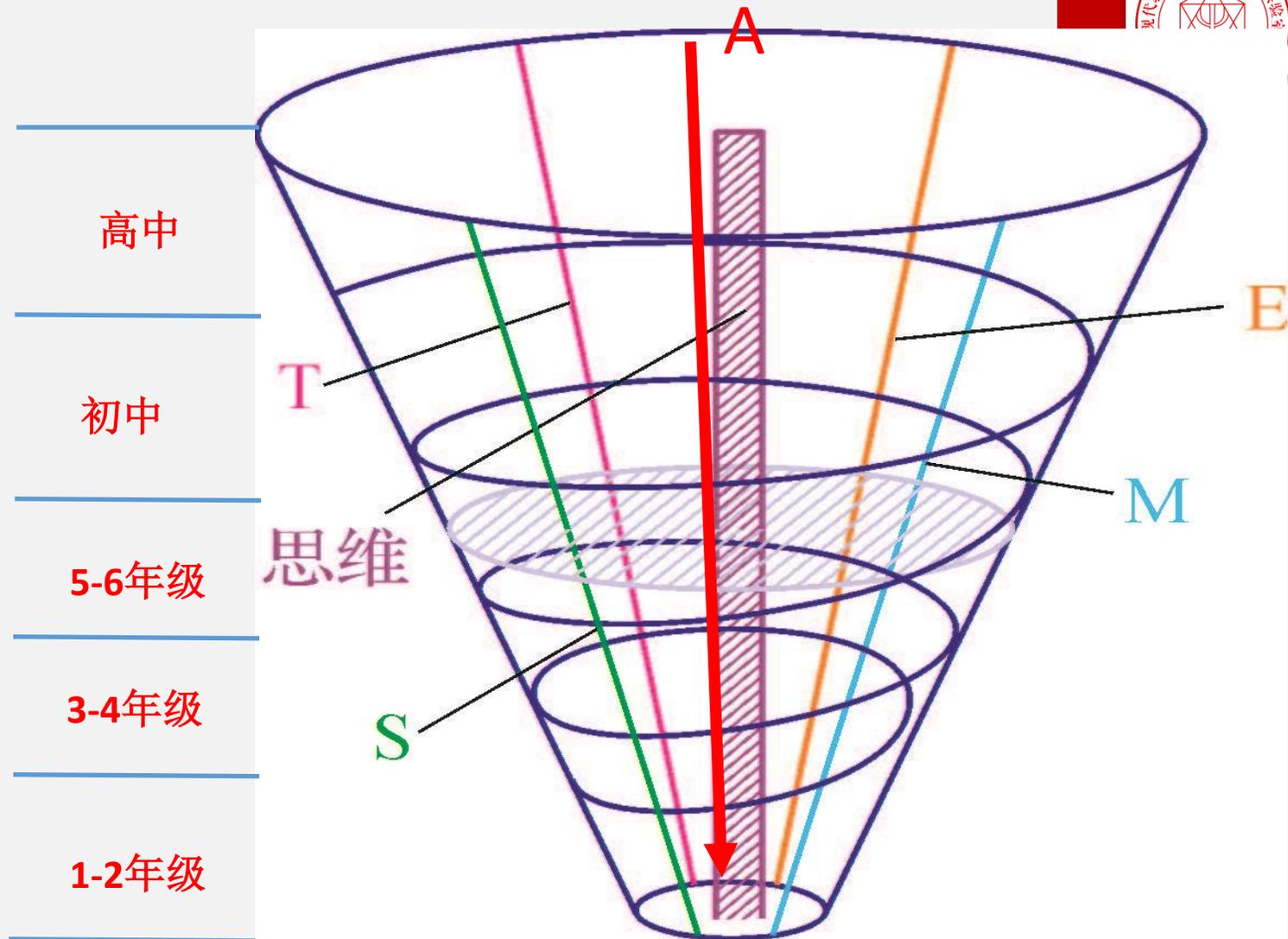
第二，**适合**学生的**思维水平**

第三，**适合**学生的**兴趣特点**

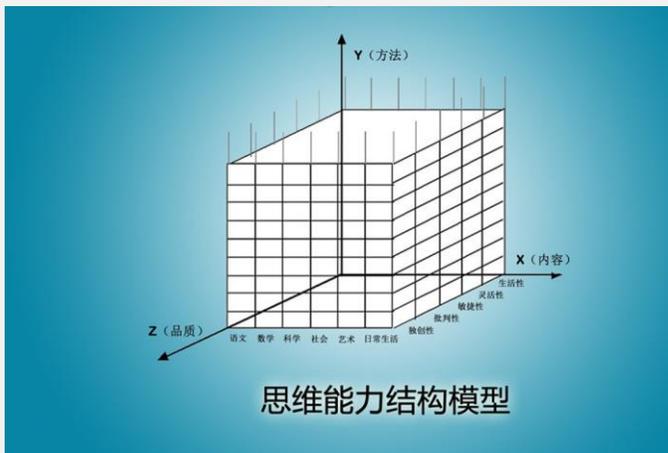
第四，**遵循**学生的**学习规律**

第五，**遵循**学科的**内在逻辑**

由低到高、由易到难、由简到繁、由近及远、由日常生活到学科领域、由单一到复合



活动课程的开发遵循的规律和要求



思维方法 (20种)

□观察的方法：顺序观察、对比观察和分步观察

□形象思维的方法：空间认知、联想、想象

□抽象思维的方法：分析与综合、抽象与概括、比较、分类、逻辑推理、辩证思维

□创造性思维的方法：类比思维、重组思维、发散思维、臻美思维、突破定势

□综合活动类型：问题提出、问题解决、创意设计、科学探究、故事创作

思维品质 (5种)

- 深刻性
- 灵活性
- 批判性
- 敏捷性
- 独创性

案例：分类



我把图形来分类

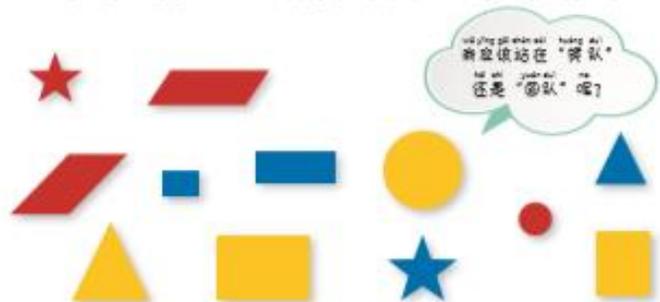


今天，我们要进入图形的世界。图形们正在举办运动会，可它们没有积极地准备比赛，反而因为排队的事，吵得不可开交。我们一起去看看吧！



环节1 分分类

看吧，就是下面这些图形！你来把它们分一下类吧！



给图形分类

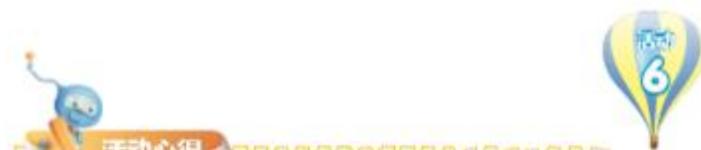
给图形分类

给图形分类

环节2 想一想

除了以上分类方法，你还能想出其他方法吗？与同学们互相交流一下，看谁能提出更独特的分类方法。

教学环节：活动导入、活动过程、活动心得、活动拓展



活动心得

同学们，你们有多少种分类方法呢？对于同样的图形，我们为什么会有不同的分类方法呢？



观察一下教室里的同学，你想把他们分为几类呢？为什么？

观察一下教室里的同学，你想把他们分为几类呢？为什么？



基于素养发展的课程设计（纵向）

分类能力培养系统设计

活动6 我把图形来分类

wǒ bǎ tú xíng lái fēn lèi

活动导入

今天，我们要进入图形的世界。图形们正在举办运动会，可它们没有积极地准备比赛，反而因为排队的事，吵得不可开交。我们一起去看看吧！

活动过程

环节1 分分类

看吧，就是下面这些图形！你先把它们分一下吧！

谁应该站在“军队”还是“圆队”呢？

活动5 超市购物

chāo shì gòu wù

活动导入

小明和妈妈去超市买东西。结账的时候，妈妈把不同的东西放在了不同的袋子里。同学们，你们知道她是怎么分的吗？

看！下面就是小明和妈妈买的東西！

(一上)

(一下)

活动5 “武装”新厨房

wǔ zhuāng xīn chú fáng

活动导入

大家好！我是豆豆。我搬新家了！妈妈给我出了一个难题：要我帮忙“武装”新厨房。我平时很少仔细观察厨房，我该怎么办呢？请你仔细观察厨房，然后来帮助我好吗？

(二上)

活动6 方圆的世界

fāng yuán de shì jiè

活动导入

图中展示了生活中一些常见的物品。它们各有各的特点，但也有许多相似之处。如果给它们分类，你会选取哪些标准呢？

(二下)

基于素养发展的课程设计（纵向）

分类能力培养系统设计



小鹿的晚宴



鹿妈妈要小鹿举办一场生日晚宴，许多动物都要来参加。可是令鹿妈妈发愁的是，怎样安排它们的座位呢？



下面这些是来参加生日晚宴的客人：



青蛙



麻雀



羊



鱼



猫



鹦鹉



鸭



兔子

（三上）



各种各样的动物



大自然中有各种各样的动物，今天我们要找一找它们之间的相同点与不同点。让我们一起来探索其中的奥妙吧！



环节1 哪一个动物最特别

下面有三组动物，请在每组中找出最特别的一个吧！



三者的相同点有：

我觉得_____最特别，因为_____

（四上）



数的分类



你能把下面的线段看作一根数轴，写下不同类别的数吗？



环节1 数的分类

你能按照例子重新对数进行分类吗？

举例	名称	共同特征	生活中的应用
1, 9, 37, 4221, ...	奇数	除以2余1	快速排队：学号是奇数的同学站一列，学号是偶数的同学站一列。
2, 4, 32, 768, ...	偶数	能被2整除	



（五上）

学思维促进创造力发展的可塑性机制

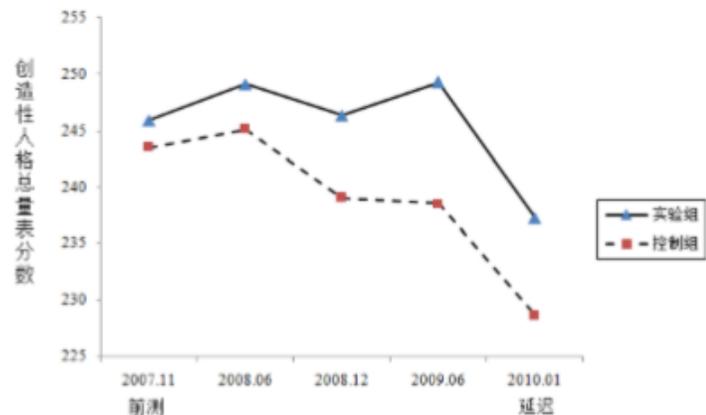


图 15 实验组与控制组学生创造性人格总体水平比较

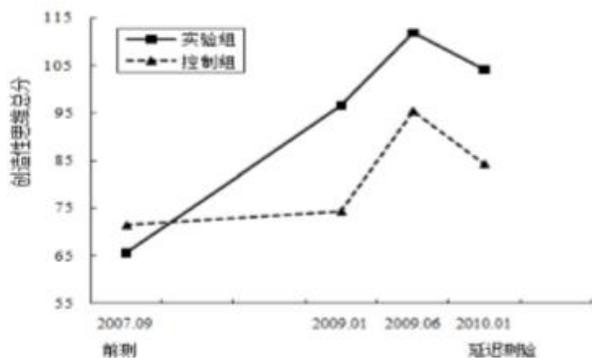
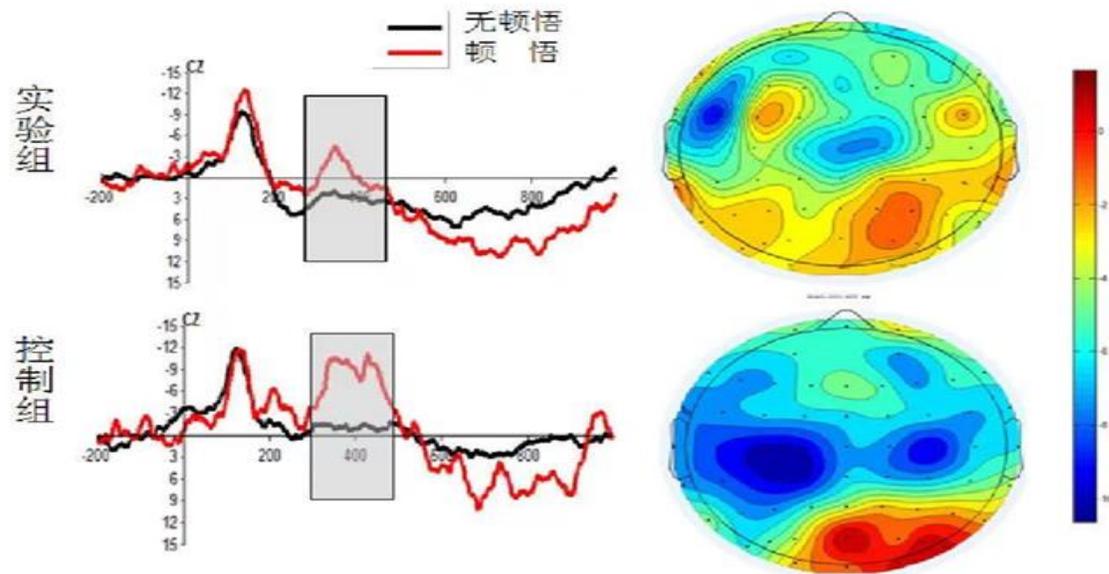


图 17 创造性思维总体水平的比较



潜伏期：实验组 < 控制组

平均波幅：实验组 < 控制组

经过一年的学思维培训之后，实验组学生比控制组学生，能够**更快**得觉察到认知冲突，且认知冲突的**强度削弱**。

经过一年的学习，学生大脑的功能有明显的改善



学探究：STEM活动课程

香港教育大学万志宏博士基于思维型教学理论开发的课程

SWEETIE 教学法

	手控机械	电驱机械人			程序控制机械人				AI 机械人
	单元 1	单元 2	单元 3	单元4	单元 5	单元 6	单元 7	单元 8	
主题	千秋 跷跷板 起重机 烤肉架 搅拌机 手摇风扇 时钟	履带车 后驱宝马 石油开采机 稻草人 缝纫机 机械尺蠖	春米机 乌龟 挖掘机 六足机器人 天体旋转杯 直升机	小猫学走路 点亮LED 气氛调光灯 自动光敏灯 安心小夜灯	节奏呼吸灯 云行流水灯 引导交通灯 礼让自助灯 安全驾驶倒 车雷达 防卫道闸	电报机 红外遥控灯 红外调速风扇 红外换向风扇 红外摇头风扇	小车拐弯 红外遥控车 自动跟随猪 避障导盲狗 图书馆助手 丛林勇士	防疫卫士 护肤天使 循声小秘书 自由导盲犬 迎宾机器猫 AI与社会	
STEM 统整	在学习E的过程中统整S, M, 和 T			在学习T和E的过程中统整S 和 M					
硬件	Idea-X 智慧积木 (基础)			Idea-X 智能积木 (进阶)					
软件	/			Scraino 和 Arduino					



思维型教学理论



思维型教学要素

以思维激发行动，
以行动实践思维，
以思维升华行动

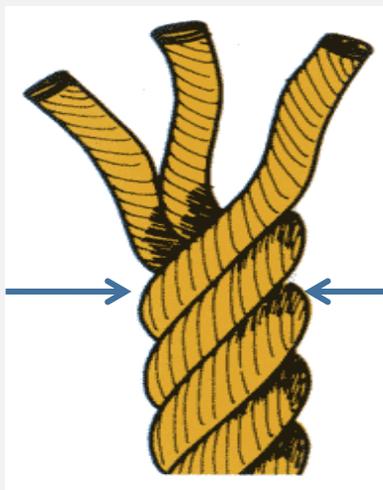
学创新：水下机器人课程

(与俄亥俄州立大学合作)



思维方法

科学观念
数学方法



技术与
工程实践

团队合作

螺旋式上升

多种真实情景

特点：

- ◆ 多学科融合
- ◆ 多学段递进
- ◆ 真情境问题
- ◆ 项目式学习
- ◆ 思维型实践

以科学观念与数学方法为基础，以思维方法为主线，以真实情景中团队的技术工程实践为途径，以艺术作为优化产品的手段，以思维型教学为依据，实现多学科的融合以及学生STEAM素养的发展。

水下机器人课程知识点与国家课程标准对照



思维方法

思维方法代码:

- 1) 观察
 - 1.1 顺序观察; 1.2 对比观察;
 - 1.3 分步观察 (例: 控制变量)
 - 1.4 间接观察
- 2) 联想:
 - 2.1 相似联想; 2.2 接近联想;
 - 2.3 对比联想; 2.4 因果联想
- 3) 想象:
 - 3.1 再造想象; 3.2 创造想象
- 4) 空间认知
- 5) 比较
- 6) 分类
- 7) 类比
 - 7.1 因果相似类比;
 - 7.2 数学相似类比;
 - 7.3 结构相似类比;
 - 7.4 对称类比
- 8) 归纳与演绎:
 - 8.1 归纳; 8.2 演绎
- 9) 辩证
- 10) 抽象与概括:
 - 10.1 抽象; 10.2 概括
- 11) 分析与综合:
 - 11.1 分析; 11.2 综合
- 12) 重组

科学与数学

水下机器人课程单元	涉及国家课标知识点	年级									对应水下机器人课程目标
		4	5	6	7	8	9	10	11		
框架framework	1、材料与结构		×								列举可用于制作框架及配重的材料
	2、液体压强与大气压强		○				×				理解ROV所受到的压力
	3、浮力的产生、浮力大小与哪些因素有关		○				×				对比各种漂浮方法的优劣
	4、物体沉浮条件		○				×				
	5、重心						×		×		能够确定水下机器人的重心位置
动力propulsion	6、浮心, 稳定性决定因素 (非课标要求)						○				说明两者与机器人保持平衡的关系
	7、力的概念及三要素	○					×				学习推进器推动机器人进行水下运动的基本原理, 并设计合理的推进器的布局
	8、力对物体运动的影响		○				×		×		
	9、牛顿运动定律						×		×		
10、力矩作用下的转动 (非课标要求)						○					
控制control	11、电路的结构、元件及示意图	×							×		
	12、双刀双掷开关 (非课标要求)								○		知道DPDT
	13、串联和并联电路	×							×		能指出包含DPDT电路的电流方向
缆绳tether	14、安全用电, 短路与保险丝		○						×		知道保险丝的功能及在电路中位置
	15、电阻的大小与哪些因素有关		○						×		掌握导线电阻与规格间的定性关系
	16、导线电阻的分压								○	×	讨论导线规格会带来的压降大小
动力power	17、电压, 电流, 电阻及三者间的关系		○						×		知道电压、电流和电阻及欧姆定律
	18、万用表的使用, 测量电压、电流、电阻		○							×	用万用表测量电流、电压、电阻
抓手grippers	19、电功率								×	×	设置系统测量推进器的推力及电流
	20、帕斯卡定律 (非课标要求)						○				理解帕斯卡定律可以增加力的效果

说明: ×表示某知识点正常在人教版教材中该知识点出现时的年级。

○表示经过在教师指导下的探究, 平均水平的学生最早可接受的年级。

技术与工程实践

整合：

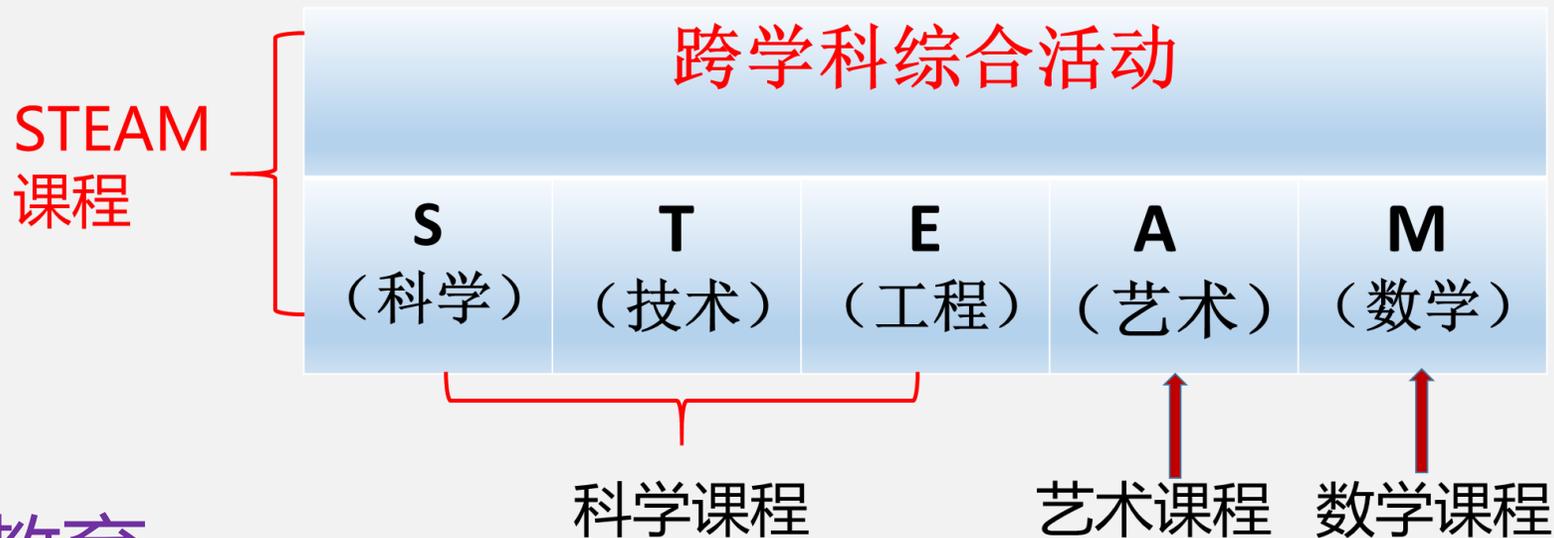
课内与课外

校内与校外

学科与跨学科

基础教育与高等教育

科学、技术、工程与数学



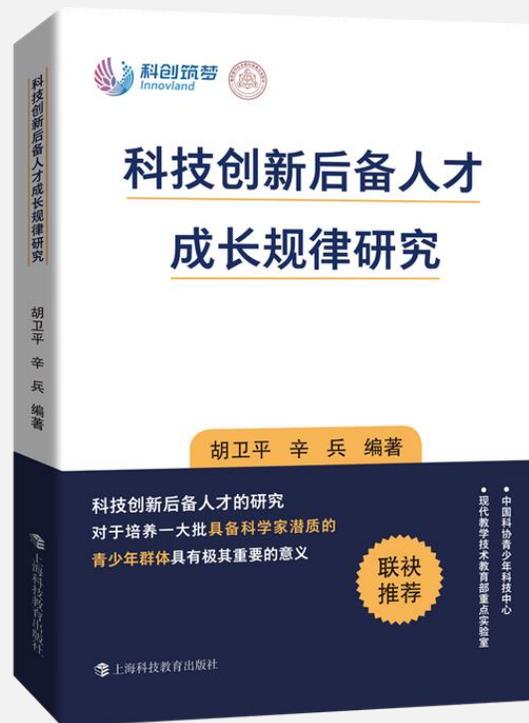


中国科协青少年科技中心 陕西师范大学

共建科技创新后备人才成长规律
协同研究中心

合作
框架
协议

二〇二一年七月



思维型教学理论引领下的科学教育研究丛书

丛书主编 胡卫平



感谢聆听！