

# Research and Practice on Cultivation Method of Practical Innovation Ability Based on Thought Guide Map

Zhengzhao Guan, Yuxia Lei\*

School of Information Science and Engineering, Qufu Normal University, Rizhao Shandong  
Email: [guanzhengzhao@gmail.com](mailto:guanzhengzhao@gmail.com), [\\*yx\\_lei@126.com](mailto:*yx_lei@126.com)

Received: Mar. 19<sup>th</sup>, 2019; accepted: Apr. 3<sup>rd</sup>, 2019; published: Apr. 10<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

Students' ability to practice innovation is an extremely important aspect in the training of science and engineering talents. Starting from the innovative thinking, this paper proposes to break through the inherent flaws of each discipline through interdisciplinary and use the mind map to make reasonable innovation from a scientific point of view. In the following practice, the knowledge network using the root-seeking method will be easier to grasp and use, and the mind map can be further improved to form a virtuous circle. Next, the effectiveness and feasibility of the method are verified by analyzing the examples of innovation practice in the ACM algorithm competition.

## Keywords

Interdisciplinary, Thinking Map, Knowledge Network

---

# 基于思维导图的实践创新能力培养方法 研究与实践

管峥朝, 雷玉霞\*

曲阜师范大学信息科学与工程学院, 山东 日照  
Email: [guanzhengzhao@gmail.com](mailto:guanzhengzhao@gmail.com), [\\*yx\\_lei@126.com](mailto:*yx_lei@126.com)

收稿日期: 2019年3月19日; 录用日期: 2019年4月3日; 发布日期: 2019年4月10日

---

## 摘要

学生实践创新能力是理工科人才培养中极其重要的方面。本文从介绍创新思维开始, 提出需要通过学科  
\*通讯作者。

交叉来打破各个学科固有的桎梏, 并使用思维导图从科学的角度上得到创新灵感。在接下来的实践中, 使用寻根溯源法完善的知识网络会更加易于掌握和使用, 并进一步完善思维导图和知识网络, 形成良性循环。接下来通过分析ACM算法竞赛中的创新实践实例, 印证了该方法的有效性和可行性。

## 关键词

学科交叉, 思维导图, 知识网络

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

创新是引领发展的第一动力, 必须摆在国家发展全局的核心位置; 深入实施创新驱动发展战略, 对我国形成国际竞争新优势、增强发展的长期动力具有战略意义[1]。随着我国社会经济的高速发展, 社会对当今人才提出了越来越高的要求, 创新和实践作为国家急需的人才能力, 是当今高校培养的重中之重。

因此目前高校培养的大学生不仅要掌握扎实的专业知识, 更要具备较强的创新意识和实践能力。如何提高当代大学生的创新意识和实践能力就成为了摆在国家面前的重大课题[2]。本文从创新思维是什么出发, 结合实际情况, 以学科交叉为导向, 使用思维导图等工具提出如何进行创新[3]。在创新的灵感迸发之后进行合理且有效的实践也是非常重要的, 本文通过分析学生在日常学习中容易缺失的知识来源和知识的实际应用, 提出可以通过参加科技竞赛、参与科研课题和实现创业计划等方面来完善熟悉知识网络, 再通过使用完善之后的知识网络进行学科交叉, 形成创新与实践的良性循环。

## 2. 创新实践培养方法

随着社会对创新实践的要求越来越高, 人们对于可供实施的科学方法论来配合思考和总结的需求也变得越来越迫切[4][5]。这就需要从前人成功的创新实践实例中提炼总结出精华, 利用提炼出的方法论来从高层次的思维角度对如何创新进行规划和指导, 并通过科学的实践方法来将创新获得的灵感与通过学习总结的知识网络一步步的变成现实。

### 2.1. 创新思维方面

创新是今天的时代特征, 是知识经济的一个显著特点, 是素质教育的核心内容。如何培养学生创新思维, 是未来发展不变的课题之一。

创新就是指以现有的思维模式提出有别于常规的见解和看法, 并且这些见解具有可操作性, 具有一定的价值; 而创新思维就是指如何思考才能提出创新的思维, 从更高的层面上对创新进行理解和应用。

现有的各个较为成熟的科学领域都已经有一套较为完整的思考模式和思维定式[6], 每个领域内都已经形成了类似于物理的平衡状态, 因此在各个领域的内部进行创新是极其困难的。但如果我们可以干扰领域内部的平衡状态, 打破领域内固有的思维定式, 创新就变得不再困难。

那么如何对领域内的平衡进行干扰呢? 上文提到过每个领域都有属于各领域的思考模式和思维定式, 如果用其他领域的思维去思考本领域的知识和问题, 往往会碰撞出灵感的火花, 例如历史上著名的 DNA 双螺旋结构, 生物上有诸多猜测的 DNA 结构最终是通过物理中的晶体衍射推导得出; 飞机中的飞行模拟

是一件很困难的事情, 有了超级计算机的参与就可以进行精度很高的空气流动模拟, 从而研究飞机如何飞行的更加平稳; 数学中的几何和代数本来是毫无关联的, 笛卡尔提出了平面直角坐标系的思想, 自此之后, 解析几何开始蓬勃发展, 成为数学殿堂中不可缺少的一颗灿烂的明星。

## 2.2. 如何训练创新思维

将各个领域的知识和思维结合到一起就会产生出人意料的结果, 这种情况在学术上被称为学科交叉[7][8][9]。而实现学科交叉最为实用的工具则是思维导图(图1)。思维导图在应用创新的过程中可以将自己所能想到的关于某一领域的所有知识通过思维导图的形式罗列出来形成简易的知识网络[10][11][12], 之后再将另一个领域的知识进行同样的罗列。然后我们就可以将两个思维导图中的两个或多个知识点进行结合和思考, 这就是知识网络交叉[13]。

在将两个知识网络进行交叉后, 会迸发出很多思维灵感的火花, 其中很多的灵感是具有一定可实施性和研究价值的; 由于交叉产生的结果会是指数级的, 所以哪怕只有很少一部分的结果具有实践的价值, 我们仍然能够获得很多有价值的灵感。我们再将其中具有实际意义的结果进行归纳和实践, 创新就形成了。



Figure 1. Mind map structure of this article  
图1. 本文的思维导图结构图

## 2.3. 在实践能力方面

在拥有了创新思维后, 需要把思考创新进行结果检验, 这就需要进行实践。学生缺乏实践能力的原因主要是从课堂上学到的知识只是一个个独立存在的知识点, 不知道这个知识是怎么来的, 也不知道该如何运用[14]。就像牛顿—莱布尼茨公式, 很少有学生能够独立推导出这个公式, 不知道这个公式产生的背景是什么, 虽然关于定积分的相关计算掌握的很扎实, 但是却无法将定积分的现实意义匹配, 也不清楚在建模和实际应用的时候该如何准确应用。学生说学会了这个公式, 但实际上只是知道这个公式, 能够在抽象的领域内进行运算, 但与现实世界是完全脱节的。

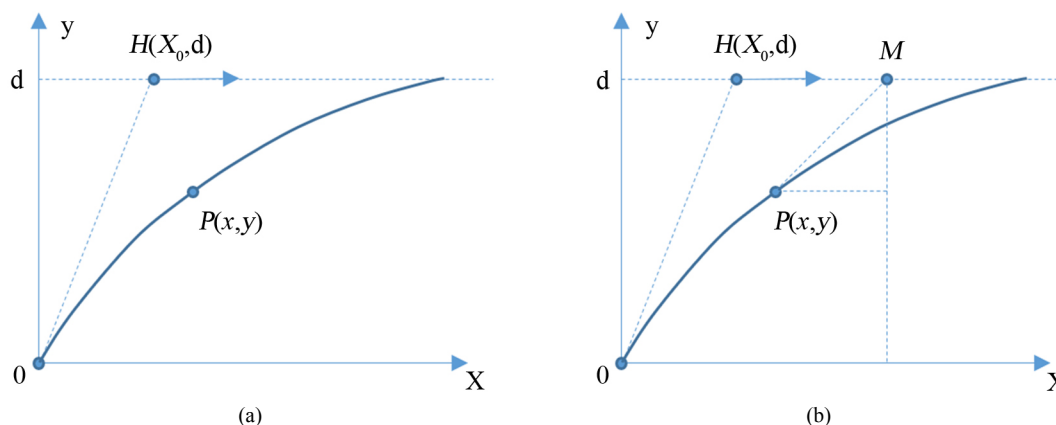
牛顿—莱布尼茨公式这样一个如此重要的知识点学生都无法掌握推导和应用, 更不必说其他练习更少的知识点, 而根据艾宾浩斯遗忘曲线, 在长时间没有训练复习的情况下, 知识点形成的短期记忆是不够牢固的, 慢慢的就忘记了。

这种情况的最有效的解决办法就是将所有的知识点结成一知识网络; 从知识来源到具体内容再到实际应用, 形成一个完整的知识网络, 通过一个知识点可以联想到其他的知识点, 这才真正具有了进行实践的能力。

## 2.4. 如何提高实践能力

在知识网络形成之后, 学生已经有通过使用知识网络进行实践的能力, 这时可以选择去参加学术竞赛, 参与科研课题等方式来进行实践, 在实践中熟练应用自己从课堂上学到的知识, 使自己对这些知识有更深刻的理解。如需要大量使用高等数学知识的数学建模竞赛, 在比赛过程中可以更加深刻的理解日常学习到的数理统计、线性代数等学科在科研建模时是如何进行实际应用的, 用大量的例子来训练的知识网络, 知识网络就会更加的全面。

例如 2017 年数学建模竞赛中对导弹弹道的计算问题[15]:



**Figure 2.** Missile trajectory and aircraft carrier position  
**图 2.** 导弹轨迹和航母位置示意图

如图 2(a)所示, 以导弹发射车为坐标原点  $O$ , 以正南方向为  $x$  轴, 正东方向为  $y$  轴, 建立平面直角坐标系, 设导弹在  $t$  时刻的位置为  $P(x_i, y_i)$ , 由题意:

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 = v_D^2 \quad (1)$$

另外在  $t$  时刻, 如图 2(b)所示, 敌艇位置应为  $M(v_H t, d)$  其中

$$v_H = 32 \text{ 节} = 32 \times 1.852 \text{ km/h} = \frac{7408}{125} \text{ km/h} \approx 59.264 \text{ km/h}$$

由于导弹轨迹的切线方向必须指向敌舰, 即直线  $PM$  的方向就是导弹轨迹上点  $P$  的切线方向, 故有:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d-y}{v_H t - x} \quad (2)$$

或写为:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dx}{dt} \left( \frac{d-y}{v_H t - x} \right) \quad (3)$$

方程(1)、(3)连同初值条件  $x_0 = 0, y_0 = 0$ , 构成了一个关于时间变量  $t$  的一阶微分方程组的初值问题。

$$\begin{cases} \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 = v_D^2 \\ \frac{dy}{dx} = \frac{dx}{dt} \left( \frac{d-y}{v_H t - x} \right) \end{cases} \quad (4)$$

为了寻求  $x$  与  $y$  的关系, 要设法消去变量  $t$ , 由式(2)得:

$$\frac{dx}{dy}(d-y) = v_H t - x$$

两边对  $t$  求导:

$$\frac{d^2x}{dy^2} \frac{dy}{dt}(d-y) + \frac{dx}{dy} \left( -\frac{dy}{dt} \right) = v_H - \frac{dx}{dt}$$

即有:

$$\frac{d^2x}{dy^2} \frac{dy}{dx}(d-y) = v_H$$

把式(1)改写为:

$$\left( \frac{dy}{dt} \right)^2 + \left( \left( \frac{dx}{dy} \right)^2 + 1 \right) = v_D^2 \Rightarrow \frac{dy}{dt} = \frac{v_D}{\sqrt{\left( \frac{dx}{dy} \right)^2 + 1}}$$

代入上式, 就得到轨迹方程。这是一个二阶非线性微分方程, 加上初值条件, 则得到导弹轨迹的数学模型:

$$\begin{cases} \frac{d^2x}{dy^2} \cdot \frac{(d-y)}{\sqrt{\left( \frac{dx}{dy} \right)^2 + 1}} = \frac{v_H}{v_D} \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dy} \Big|_{y=0} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} x \Big|_{y=0} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

在求解导弹弹道的过程中, 运用了高等数学中的微分方程、不定积分等知识, 经过计算和推导应用, 学生能够更清晰的明白这些知识在实际问题中的运用, 对知识点的掌握更加深刻, 知识网络更加健全。

当知识网络越来越全面, 如 2.1 节所说, 可以将不同领域的知识网络以思维导图的形式展现出来并结合, 碰撞出更多创新的思维火花, 进一步完善知识网络, 并再次循环这个过程。

## 2.5. 在 ACM 算法程序设计竞赛中进行创新实践的实例

我们利用前文所提到的知识来对 ACM 算法程序设计竞赛进行创新实践实例的分析和研究。ACM 程序设计竞赛需要每队 3 个人在 5 个小时内使用 C/C++/Python 等语言解决 7-13 个问题[16]。

先从 2.1 节创新思维提到的思维导图开始:

在算法程序设计竞赛中主要应用到的是算法学的知识, 但算法学中会有很多领域, 可以将这些领域整理为一张思维导图 3:

这是算法学的一个大致的框架, 可以思考更多关于算法学的知识, 将这个图进行扩充, 比如图 4。

可以用一段时间来不断扩充思维导图, 使之能够覆盖你学到的所有知识, 这就是你大脑中思维导图的整体框架, 接下来需要另外选择一个领域, 使其与算法学交叉, 比如数学领域。算法学和数学交叉的一个很经典的例子就是快速幂, 也就是如何快速计算一个数的幂次:

$$a^b$$

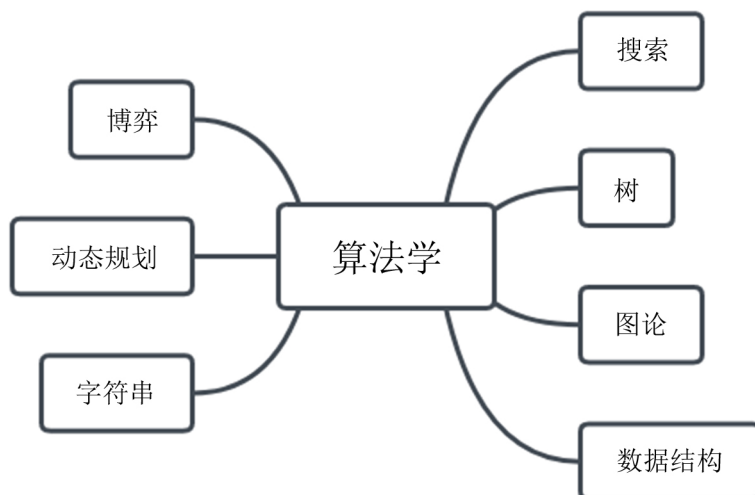


Figure 3. Simple mind map of algorithmology  
图3. 算法学简易思维导图

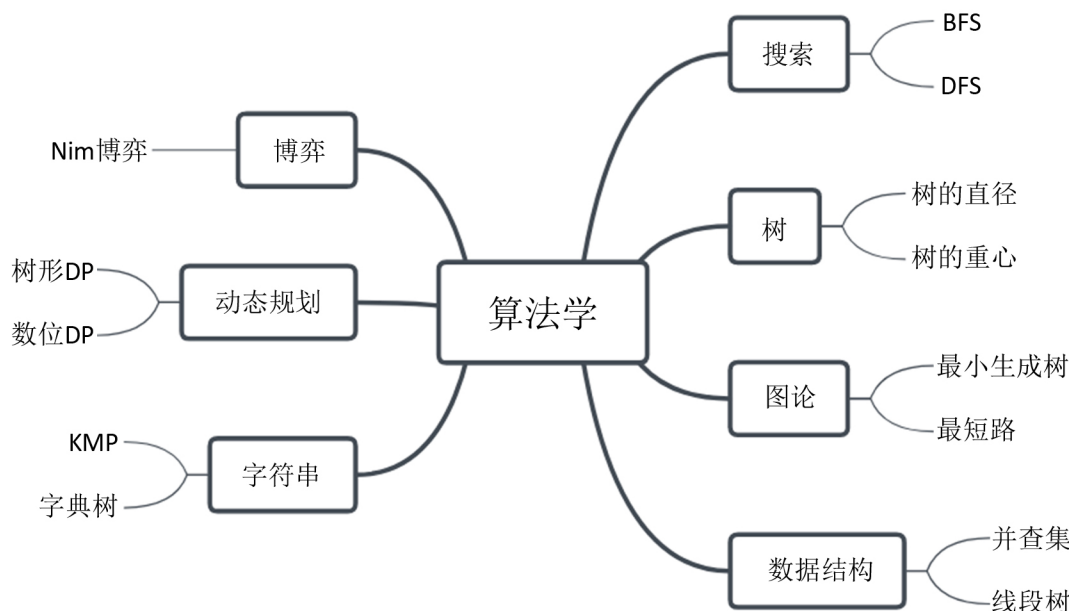


Figure 4. Mind map of algorithmology  
图4. 算法学思维导图

其中最朴素的思想就是将  $b$  个  $a$  进行相乘，这样需要计算  $b$  次相乘，而引入计算机思想中的二进制后，将  $b$  变为 2 进制，在这里为了方便理解假设  $b$  是十进制的 11，11 化为二进制就是 1011B，可以拆分为：

$$11 = b = 1 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^3$$

通过这样的拆分，就可以将  $a^{11}$  变化为：

$$a^{11} = a^{2^0} + a^{2^1} + a^{2^3}$$

这样就不需要再进行 11 次的乘法计算，只要计算两次加法和三次乘法就可以了，用专业的名词来解释就是时间复杂度从  $O(n)$  降到了  $O(\log(n))$ ，这大大减少了计算的数量，也是计算机学和数学的创新



典型实例。

而如果继续思考学科交叉中的实例, 会发现在算法学中有一个概念叫分块, 和数学上的分段、分类讨论很类似, 将其与快速幂结合, 就可以计算很多更加复杂, 更加没有规律的幂次函数。通过简单的两个学科的交叉就可以推导出很多在实际应用中大有用处的新知识。

上文是从小的方面对思维导图的应用做了简单的阐释; 而在大的方面上来说, 所学的数据结构、离散数学、操作系统等课程, 一旦缺乏了实际的应用, 就无法体会到前人的所发明的这些树、图等看起来冗杂无用的知识有多么的精妙, 也无法体会到归并、拓扑、冒泡、选择等排序方法所使用的思维的精巧之处。在学生参加了 ACM 程序设计比赛、中华软件杯等与编写真实使用的程序密切相关的比赛后, 他们会从比赛中了解到更多所学的科目的实际用途, 如由平衡二叉查找树拓展而来的 B+树在索引技术中的起到的强大作用[17], 通过这些比赛可以很好的训练知识网络, 提升创新实践能力[18]。

### 3. 总结

为了寻求可为创新实践提供思考方式的科学方法论, 本文从创新思维是什么出发, 以学科交叉为导向, 结合实际情况用思维导图等工具提出如何进行创新。接下来通过分析学生在日常教学中容易缺失的知识来源和实际应用, 提出可以通过参加课外活动和竞赛来完善熟悉知识网络, 再通过使用完善之后的知识网络进行学科交叉, 形成良性循环。最后通过实际的 ACM 竞赛模式进行了分析和总结, 验证了该方法的有效性。

### 基金项目

本文受山东省高等教育本科教改项目(NO. Z2018S022)、曲阜师范大学校级教改项目(18jg44 和 jg16050)、曲阜师范大学校级精品实验项目(jp201714)以及校级大创项目(2018A089)资助。

### 参考文献

- [1] 钟经文. 创新, 第一动力引领全面发展[N]. 经济日报, 2018-12-14(001).
- [2] 郑婧. 大学生自主创新能力培养研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西北工业大学, 2007.
- [3] 吴静. 基于思维导图培养学生创新思维的教学模式研究[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北师范大学, 2012.
- [4] 叶晓雁, 谢蕾, 杨小玲. 加强科学方法论教育提高实践与创新能力[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2000(2): 49-51.
- [5] 周守仁. 前沿科学方法论与创新思维[J]. 江苏科技大学学报(社会科学版), 2004(4): 1-7.
- [6] 李世利. 打破“思维定式”转变思路才有出路[N]. 沈阳日报, 2018-11-20(001).
- [7] 苏勇林, 张建兵, 戴睿, 郭荣辉, 王孝军, 陈慧. 跨学科创新人才培养模式探索与实践[J]. 皮革科学与工程, 2019, 29(1): 76-80.
- [8] 王敏, 王银玲, 阎世梁, 熊亮. 基于学科交叉的复合创新人才培养研究[J]. 高校实验室工作研究, 2018(4): 118-120.
- [9] 龚玉. 基于学科交叉的高校国家重点实验室研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2010.
- [10] 李传秀, 张学辉, 钟敏. 思维导图在程序设计教与学中的应用探究[J]. 教育教学论坛, 2019(5): 165-166.
- [11] 张艳霞. 使用思维导图支持探究性学习教学案例研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 首都师范大学, 2006.
- [12] 叶婉婷. 思维导图在大学生协作学习中的行动研究[D]: [硕士学位论文]. 宁波: 宁波大学, 2007.
- [13] 商宪丽. 基于主题引用网络的交叉学科知识传播研究——以数字图书馆为例[J]. 情报科学, 2018, 36(8): 53-59.
- [14] 常芷玉, 王虹玲. 浅谈大学生社会创新实践能力培养的重要性[J]. 才智, 2019(3): 35.
- [15] 赛氩: 2018 年第八届 MathorCup 高校数学建模挑战赛赛通知[R]. <https://www.saikr.com/vse/mathorcup/2018>, 2019-02-24

- 
- [16] Wikipedia (2019) International Collegiate Programming Contest. [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Collegiate\\_Programming\\_Contest](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Collegiate_Programming_Contest)
- [17] Wikipedia (2019) B+ tree. [https://en.wikipedia.org/wiki/B%2B\\_tree](https://en.wikipedia.org/wiki/B%2B_tree)
- [18] 柯善杰, 魏志超, 陈玉前, 等. 大学生创新训练项目培养学生创新能力的研究实践[J]. 教育教学论坛, 2015(44): 120-121.

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2331-799X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ces@hanspub.org](mailto:ces@hanspub.org)