



# 系统控制漫谈

## 论“跳跃性思维”的迷思与陷阱 @科学创新研究

邹云 南京理工大学

本文取自一篇“科学研究方法”的课堂教学随笔。文中分析指出，所谓“跳跃性思维”其实是一种有悖于科学创新研究实际思维路径的迷思，更是对开展科学研究工作的一种严重误导。堪称科学创新研究的“思维陷阱”。

### 一、“跳跃性”成果：系“跳跃性思维”所得？

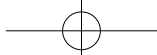
科学研究不是脑筋急转弯。因此，找不到突破口时不是急急如律令地借助“跳跃性思维”往稀奇古怪的边边角角去“跳跃”，而是要深挖研究对象的本质，并在深挖中寻求突破的方向。突破了，回头看，才发现已经从原有的领域“跳出来了”。

于是有人如获至宝地总结说，这是“思维跳跃的结果”。

本教师认为：逻辑而言，“跳跃性思维”其实是所谓的“成功学”后知后觉地经由错误的逻辑总



图1 哇，我跳出来了啊！



结提出的一种“成功窍门”。多年来，它在科学思维方法领域里已成为一件广为流传的著名伪神器，在现实中危害甚广。太多的学生，在初入科学研究大门时，会将其当作一种“通向成功”的思维工具去有意识地运用，其结果无一例外地属于一种蒙特卡洛式随机缘木求鱼：洞见没有，机理不明，方向不清，就开始无限跳跃<sup>1</sup>，绕了很长的弯路。

当然，这世界撞大运的案例也有的：就如中了彩票头奖。但值得思考的是：这样的思维方式会是“科学研究思维”吗？本札记针对上述观点，以课堂教学案例为平台，结合逻辑学 ABC 展开了些许深入浅出的分析与论证。

## 二、教学案例：低风速风场风力发电效率研究中的“跳跃性思维”

在既有教学案例和独立思考题中，许多问题的解决方案都具有“跳跃”特性。

例如在教学案例“低风速风场风力发电机电效率提高问题”<sup>2</sup>中，实际研究在一开始考虑的是如何优化“最优功率曲线”的闭环伺服跟踪控制算法。研究一直进展不力，期间也没有其他较好的研究结果报道。

直到在一次实验平台数据整理中，偶然注意到了一种高风速风场风力机从未报道过的“跟踪失效”现象后，经分析和研究才发现：这种发电效率低下是低风速风力发电机的物理结构特性——风机具有更大尺寸、更大惯量，因而具有更差动态特性，与低风速风场的特点——风速变化更剧烈、甚至产生湍流之间不可调和的矛盾所决定的。这个矛盾使得闭环伺服跟踪控制器的控制算法优化在发电效率方面的提升空间十分有限。



图2 我…我动态性能太…大，舞蹈动作跟不上。

基于这一发现，研究跳出了对伺服跟踪控制闭环环节的关注，转而研究：在风力发电机最优输出功率闭环伺服控制律设计之外的其他各个环节，怎样的举措可以提高发电效率？

进一步研究表明：作为传统风速伺服跟踪控制中参考输入的最优功率曲线，其“最优”是在假定风力机可以 100% 跟踪得上功率曲线变化的前提下得到的。因此对频繁发生跟踪失效现象的中低风速情形，它不是最优的。

进而，基于这一认知，利用“最大风能捕获量与风速的立方成正比”的物理定律，获得了修正后作为参考输入的“最优功率曲线”的举措方案：放弃相对低速段风力的跟踪，转而集中跟踪相对高速段风力，从而在相对高速风力段因等效增加了风力机的动态特性与跟踪性能而获益。后续研究提出了一系列最优功率曲线的修正方法，显著提高了发电效率。

从研究成果来看，研究思路的确是跳出了伺服跟踪控制律优化的原研究课题领域，但它却不是“跳跃性思维”导致的结果。要是没有“跟踪失效”现象的实验发现，以及由此触发出的、对

<sup>1</sup> 一款敏捷类网页游戏，在几乎没有终点的世界里不断跳跃。

<sup>2</sup> 本节案例可参见《奥卡姆剃刀：来自课堂教学案例的诠释》，刊于《系统与amp;控制纵横》，2025年1期59-71。

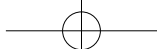


图3 人太胖，动态性能太差？做胖胖手模吧。  
行情里这个赚钱！

闭环伺服跟踪控制器特性的深度分析得到的结论——“伺服跟踪控制器控制律几乎没有进一步优化空间了”，抛开伺服反馈优化的做法本身就缺乏科学依据。

更根本的问题在于：怎么会想到修正“最优功率曲线”？它不是“最优”的吗？因此，这种撞大运有可能吗？特别地，可能的“跳跃方向”无数，怎么跳？往哪跳？随机吗？那和买彩票也差不多了。

退一步讲，就算真的是偶尔撞大运地“跳”到了参考输入修正并在仿真计算中获得了显著的效果，也得回头寻找科学机理依据。某种意义上说，这就像偶尔发现放在金属镭边上的胶卷总是曝光后寻找其科学机理一样。这个寻找机理的过程才算是真正的科学研究所在。



图4 这么多方向，该往哪儿跳、跳多远呢？

### 三、“从课程学习中模拟训练创新思维”中的“跳跃性成果”

再以课后思考题“如何从寻常课程学习中模拟训练科学创新思维？”的参考解决方案来说：它跳出了“课程学习内容需要与现实世界的学术前沿紧密结合”的惯性思维，提出了这样的洞见：只要不翻开下一页，那么对课程学习者来说，“下一页内容会是什么？”给其带来的思维挑战就与站在学术前沿的研究者面对未知世界时的境况是完全一致的。

这样，结合“再陈旧过时的教科书，其内容在历史上都曾是最出色的创新”<sup>3</sup>，模拟创新思维方法就应运而生了：温故而知新地弄清楚“前面的内容实质上解决的是怎样的问题？”“解决彻底了吗？”“还存在怎样的不足和进一步提升的空间？”从而尝试提出“下一节、下一章会是怎样的问题？”“怎样着手解决？”

反复思考后，翻开下一页进行校验阅读后，掩卷反思：“为什么会是这样的？”“我怎么想不到？”“前面的内容解决的究竟是怎样的问题？与这一节、这一章的问题有怎样的内在联系？”

由小到大、由浅入深，各个视角、各个层面。诸如此类。



图5 没路了……

<sup>3</sup>很显然，对于科学研究工作者而言，最高的目标就是自己的研究成果最终被收入教科书！

显然，这就是一种尝试模拟开拓前人创新过程创新思维模拟训练。它与课程内容距离现在的学术研究前沿动态的远近无关，因为当一个人在某一领域的某一方面上逼近最新学术动态前沿时，他个人认知的“新”就是世界的“新”。他对个人认知边界的突破，就是对世界知识体系边界的突破。

此时，面临的状态与翻阅一本残卷翻到最后一页，发现已经无页可翻只能自己写下去的境况是没有区别的。值得注意的是：这种模拟涵盖了“清楚地寻根现有内容所反映的实质问题所在，进而据此精准地提出新问题并寻求分析与解决方法”的思维amp;能力训练。显然，这是最重要的科学创新思维能力。

它的确跳出了许多情形下很不切实际的、“设法将课程内容延伸到当前新领域、新方向、新动态”的固有思维。然而，它是“跳跃性思维”被有意意识祭出而撞上的吗？不是。它是通过深入挖掘课程学习中课程内容的“新”与科学创新中创出的“新”之间的内在关系而得到的。没有洞见情形下的“跳跃”会怎样？一如几乎所有同学经历过的那样，是各种机理不明又不具可行性的异想天开。



图6 不看地图，找一下路：模拟创新训练

因此，针对日常生活问题，从个人有把握的常识出发，通过机理分析，尝试突破个人既有常识边界的训练也是一种强有力的创新思维模拟训练。显而易见，养成这样的思维习惯后，创新能力将无处不在。本教师个人以为，这正是爱因斯坦名言：“忘掉了在学校学到的所有东西，剩下的就是教育”所体现的内涵所在。

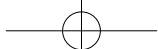
每当看到自杀事件报道后大量的“死都不怕，还怕活着吗？”一类的评论，本教师总是深感悲哀：我们的中学科学教育没法不说“很失败”。我们总是聚焦于具体的物理化学实验目的步骤和结果，然后做题考试升学，我们却从未启迪它后面的科学思维：存在先于本质。任何时候，事实是第一性的，一切解释都只能建立在事实的基础之上。

类似的还有：“血浓于水”、“本是同根生”的说辞，要多少反面案例才能被颠覆？“跨过实验检验门槛的未必是真理。然而，跨不过去的必然是谬误。”这样的科学思想，居然离开了具体的课本案例就没有了丝毫印记。试想，就科学教育而言，还有什么能比这样的现象更让一位大学教授感到悲哀的？



图7 忘了课本了，还剩些什么？





#### 四、更多教学案例中的“跳跃性”现象

“如何日常护理瓶花（例如插在水瓶里的玫瑰花枝）可以让保鲜期得以有效延长？”这类思考题的目的是为“发掘与构建一个用以反映相关动态过程的机理模型（比如本例中的“枯萎”过程），进而依据对模型各个环节的分析提出相应的针对性改进举措。”事实上，这是工科教科书里最常使用的分析方法。

然而，就算这样的基础练习题目，大家也都反复尝试过了各种各样稀奇古怪的“发散性思维”：比如，跳跃到“不如制作成干花”，却除了购买之外毫无“如何制作干花？”的研究思路；事实上，“如何制作干花”要比通过从常识出发进行建模分析而获得的“日常维护举措”要困难得多。或许，它对应于实际研究中“不具研究基础”的情形。

又比如“跳跃-s”：每天给花枝“打营养针”、调集空调 / 抽湿机 / 加湿器，并随时将瓶花摆放在最适合保鲜的地方……结果，跳成了一堆“肤浅因果集成”浅薄化思维定势，而且说不清楚“对于没了根系而注定迅速枯萎的花枝，什么是‘营养’？”

有趣的是跳来跳去，就是没有人对“枯萎”的含义是什么做深究，也没有人对失去了根系注

定迅速枯萎的花枝，从常识意识到“瓶水 - 残枝 - 花叶水分 - 蒸腾效应”的水分传输蒸腾机理模型是解决问题的基本思路。

应该说，部分同学苗头是有的，非常不错。但多数同学则是越跳越远，越跳越离谱。

更为显然的是教学案例“矿难救援智利方案”<sup>4</sup>的创新结果：它更不是跳跃出来的。救援方案中的创造性救援创意是“移动式地下紧急避难室 + 矿难发生后首先针对避难室坐标位置迅速开通小管径的生命支持通道，通气、通信、通水、通食品。然后对非常困难的大口径人员升井管道缓而图之”。这是通过对“救援成功”概念的深刻探究才得到“长久延长井下受困人员存活时间就是救援成功的根本解决方案”。这个案例非常具有启发性：它跳出了“与时间赛跑”的传统思维臼巢，但它的产生绝对不是祭出“跳跃性思维”的伪神器并毫无方向地跳跃的结果。

当然，“预防为主”也是一种跳跃，但惊艳吗？不，它非常传统、也非常常规，而且只是减少矿难的相对发生率。一旦发生，还是老样子，解决不了矿难救援的根本问题：与时间赛跑。记得成功学里是以这样的方式举例论证“领导重视，事故率就是0”的：

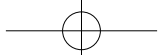


图8 我跳！我跳！跳、跳、跳！



图9 老板试跳过的！我…我不怕… 会99.9%…

<sup>4</sup> 《反馈 · 结构@调节？ 还是控制？》，《系统与控制纵横》2023年2期48页案例2



二战伞兵老是发生因降落伞质量问题而丧命的不幸事件。军方于是发怒了，规定生产出的降落伞必须由老板试跳，结果战场事故率很快降至几乎为 $0^5$ 。

这很无厘头，甚至反科学，但相信者无数！

### 五、“跳跃性思维”是后知后觉的缘木求鱼

既然“跳跃性思维”那么荒诞，为什么还会有“跳跃性思维”一说？逻辑而言，它的产生是一件很合理的事情，不产生才是怪事。原因至少有如下两点。

- (1) 总有许多聪明人，做着走捷径的梦。
- (2) 逻辑是一种奢侈品。

因此，总是会有人很聪明地发现“下大雨后地面会很湿”，因此得出“地面湿才可能有雨”，然后全无逻辑地得出莫名其妙的“湿地策略”：要下雨，先去弄湿地面。当然，这个说法很夸张，但却是对“跳跃性思维”的一种讥讽。

显然，提出“跳跃性思维”概念的人，也是注意到了：在海量的深刻创新案例中，创新的结果都跳出了原有的思维惯性。因此将“成功”的经验总结为“研究中要擅于跳跃性思维”。比较一下它与前述下雨湿地策略的说法，不难得出二者在逻辑上的一致性。然而，两个例子给人在感觉



图10 我们要迅速成功的秘籍！

上却是十分不同的。原因很简单：下雨的问题我们都很熟悉，因此感觉荒谬。而科学创新我们不熟悉，因而感觉不那么扎眼。

这个现象折射出，我们耳熟能详的“充分条件”与“必要条件”的逻辑概念在离开了数学教科书后就迅即衰减到毫无印记。触目惊心，却毫无意识。可怕！难怪黑格尔会强调指出：“熟知非真知。”

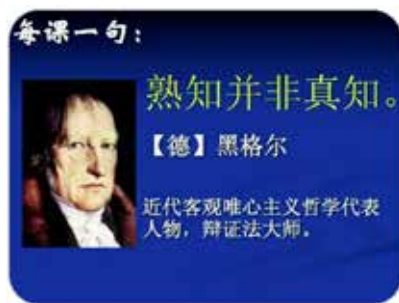


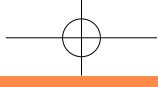
图11 熟知非真知

类似的现象比比皆是。历史上，竹林七贤的后人以为表现出放达不羁的风格气度，就是贤士名士了，最终堕入虚无。具体情形大家可以去百度：徒有其形，空谈误所有。还有，“天道酬勤”：以为头悬梁、锥刺股了就会成功。为什么？因为成功的人都很“刻苦”、很“勤奋”。这些案例，体现出的逻辑学 ABC 的缺失是一致的。

由此，我们无视了那些顺其自然的“手不释卷”和“彻夜麻将”的共性：兴趣入骨，脱离难忍。然后以为刻意而为的“努力读书”（就像不辞辛苦地弄湿地面）是“很用功、很勤奋、很刻苦”，而控制不住的“兴趣爱好”是“很放任、很颓废、很懒惰”。

这里，把麻将换做台球就更有意思了。听街坊说在有尚学传统的宜兴（本教师祖籍宜兴），丁俊晖<sup>5</sup>学生时代的风评极差：成天不学习，整日泡

<sup>5</sup> 著名台球运动员。参见知名百科<http://qwbaike.cn/doc-view-1236.html>。



在台球桌旁，少寝忘餐，瘾头极大，废了。后来，成了斯诺克世界冠军，同样的事情就被用了不同的褒义词汇：“自8岁起，丁俊晖便接触台球，小学毕业后便辍学专注于台球。”人设立即反转成正面榜样。

丁俊晖从来没变，变的是褒贬两重天的一众人群。这个世界，除了满地的泛道德化文化，大概所剩不多的就是存活于小众人群中的逻辑了。

逻辑，是极其稀缺的奢侈品！但这就是我们所处的真实世界。

## 六、结束语

本札记针对在课堂案例和思考题中动辄出现



图12 天道酬勤

的、往边边角角钻牛角尖的五花八门的“跳跃性思维”倾向（这还是本教师为了思维往机理分析方法发展，在课群里做了相关指导性约束后的结果），结合课堂教学案例和逻辑学ABC做的一则尽量深入浅出的课堂札记。不多说了。就用本教师的一句总结作为全文的结束：

深刻的创见，始于对既有问题内核更为深刻的认知。它是产生跳跃现象的根本。

感谢各位同学的兴趣投入和认真思考！你们的思考给了我从事职业的最大乐趣！



图13 云中散人：一切始于更深刻的认知！



【作者简介】邹云，1962年生。南京理工大学教授、博士生导师。1983年于西北大学数学系获理学学士学位，1990年于南京理工大学动力工程学院获工学博士学位。现为中国自动化学会名誉理事，江苏省电机工程学会常务理事，美国《数学评论》评论员，美国国家数学学会终身会员。近期研究兴趣为：对象结构-控制器一体化设计，智能电网运行与控制等。