硕士研究生0-1创新能力培养模式研究

刘玉杰，李宗民

（中国石油大学（华东） 计算机科学与技术学院， 山东 青岛 266580）

[摘 要]0-1创新是从无到有的创新，是社会经济发展的重要动力。0-1创新意识和0-1创新能力要从硕士研究生进行学术研究就开始进行培养。重点分析了当前硕士研究生培养模式各个环节对0-1创新意识和能力的情况。针对其不足，提出增加0-1创新课程，调整文献阅读模式和增加0-1创新评价的培养路线，结合现有培养环节，设计了0-1创新能力培养模式。

[关键词]0-1创新能力；培养模式；研究生培养

[基金项目]2020中国学位与研究生教育学会研究课题“研究生0-1创新能力培养模式研究”(2020MSA442)

[作者简介]刘玉杰（1971-），男，辽宁沈阳人，工学博士，中国石油大学（华东）计算机科学与技术学院，副教授，硕士生导师。主要从事计算机视觉研究; 李宗民（1965-），男，山东聊城人，工学博士，中国石油大学（华东）计算机科学与技术学院，教授，博士生导师。主要从事计算机视觉研究。

[中图分类号]G643.0 [文献标识码]Ａ

## 一、引言

2020年7月29日，习近平总书记就研究生教育工作会议做出的重要指示指出“研究生教育在培养创新人才、提高创新能力、服务经济社会发展、推进国家治理体系和治理能力现代化方面具有重要作用”。2020年9月11日，习近平总书记在科学家座谈会上重要讲话中提出“要把原始创新能力提升摆在更加突出的位置，努力实现更多“从0到1”的突破。”

创新能力是指，将信息、知识、经验、技术，运用于各种实践活动中，并不断创造出具有经济价值、社会价值、生态价值的新思想、新理论和新方法的能力[1]。创新是在专业知识不断积累的基础上，经历长期发散的思维过程获得的深刻见解的结果，它往往伴随着解决特定问题的需要而产生。从0到1的创新，是指原始创新，是创造出完全不同角度的新模式，是颠覆性的突破[2]。本文称之为0-1创新。0-1创新既包括科学发现，也包括技术创新和产品创新。跟0-1创新对应的是1-N创新，1-N创新是指跟随式创新，改进式创新。贺小桐等指出在社会对创新性需求旺盛情况下，研究生创新能力培养要转换观念，调整创新培养模式，实现研究生创新能力的全面提升，才能满足社会发展的需要[3]。

创新能力是如何产生的呢？冀秋燕通过德尔菲分析得出影响研究生学术创新能力培养的主要因素是学习主动性，知识积累，参加学术训练机会及导师科研水平[4]。Zabelina等人通过实验分析了创新能力跟认知控制之间的关系，得出认知控制能力强的人，其创新能力表现出较高水平[5]。曹晶从“默会理论”角度分析了创新能力的形成因素。“默会理论”强调个体的直觉对创新能力提升的重要性，而直觉与观察又是互相刺激，因而个人在科学实践中观察能力对于创新能力提高起重要作用[6]。

关于我国研究生创新能力培养情况，徐凯等首先从知识观，方法论和实践观三个角度分析了研究生培养模式中的影响创新能力培养存在的问题，主要表现在不重视知识体系整体结构，习惯于确定性内容，受困于思维定式[7]。

他山之石可以攻玉。陈纪瑛等通过问卷调查和小组访谈形式对美国研究生进行调研，分析了美国研究生对中国研究生培养在基本知识、基本技能、研究动机、研究目的、自主研究和师生关系等方面的评价。调研结论是美国研究生觉得除了阅读文献方面之外，其他方面，中国研究生存在不足[8]。沈亚平等从课程设置、科教结合、兴趣培养和校企合作几方面分析了美国大学提高研究生创新能力的方法，强调跨学科课程、培养专业兴趣和探索精神[9]。熊俊涛等从研究生选拔、培养机制、毕业考核对比了中日两国研究生培养模式和实施方案。指出我们研究生培养模式中存在单一导师、课程结构单一、实践课比例小和研究生表达能力欠缺等问题[10]。

关于如何能够改善创新能力。周正等研究了研究生创新能力的表征结构，分析创新能力的影响因素和理想路线，提出三种可行的解决方案。提出了“弱架构”下综合型课程模式、导师负责的研究实践模式和全方位多主体的创新能力评价体系[11]。王青霞等从课程体系建设角度，提出打破统一设置，体现学科特色，实施分类培养，通过建设实践课程来提高工科研究生创新能力[12]。Shaari等提出硕士研究生创新能力提高需要研究生要吸收跨学科的知识，并能够融合贯通[13]。张秋根等也提出通过学科知识交叉，提高研究生创新能力[14]。杨晓明等提出良好学术氛围和创新环境，有启发性的教学方式，有针对性的教学内容能够触发研究生创新能力[15]。吕艳娇等分析了基于问题的学习的内涵、实施过程和评价，探讨了基于问题学习对研究生创新能力的作用和效果，提出引入基于问题的学习，以提高研究生创新能力[16]。Zabelina等通过实验分析了创新能力跟认知控制之间的关系，提出通过训练认知控制能力来提高研究生创新能力[17]。李立清等对国内外研究生创新能力培养进行了全面的分析，提出提高创新能力所需的保障机制的重要性[18]。田维波等论述了评价系统对创新能力培养的重要性，提出以论文研究评价为中心，强化过程管理及评价，保证评价结论相对公正有利于创新能力培养[19]。李萍通过抽样调查方式调研了研究生创新能力培养的现状，发现当前研究生创新能力总体水平还是不高。培养模式是其中的一个制约因素[20]。但是现在对创新能力高的研究生的需求是越来越迫切[21]。

综上所述，当前的研究工作围绕硕士研究生的创新能力，从创新能力相关因素、培养模式、措施、环境和评价等角度进行了分析，并给出相应的对策。但是这些研究是围绕一般意义的创新进行的，尚未有针对从0到1的创新能力方面专门的分析和讨论。从0到1的创新跟传统意义上的创新是有本质不同的，不是跟随性创新，而是开拓性的创新，是习总书记所说的原始创新。培养研究生的这种原始创新能力需要构建相应的培养模式，使得硕士研究生通过这样培养模式有针对性的培养，在原有基础上进一步提升从0到1的创新能力。

本文分析当前主流培养模式的各个环节对0-1创新的作用，然后设计符合当前发展要求的培养0-1创新能力的环节，提高硕士研究生从0到1的创新能力。

## 二、当前培养模式的培养环节

当前硕士研究生培养模式主要是采取课程学习和学位论文研究工作相结合的方式进行。专业学位硕士生的培养方案还包括专业实践环节。

分析了多所高校的硕士研究生培养方案，各校培养课程的划分方式不同，但是总体相差不大。课程通常划分为：公共必修课，公共基础课，专业基础课，公共选修课，专业选修课。通过课程学习，构建硕士研究生的专业知识体系，训练专业技能。

学位论文研究工作也是同样情况，各个学校的划分不太一样，但总体上均包括下面的一些环节。制定个人培养计划，文献调研，开题，中期考核和毕业答辩。

其中，文献调研是在导师指导下筛选所选专业方向的相关专业书籍和相关文献资料，是学位论文研究工作中一个重要的环节，贯穿了整个硕士研究生学位论文研究工作，在制定个人培养计划之后，一直延伸到学位论文撰写和答辩。硕士研究生大部分的时间是在消化文献资料展现的专业知识和技术，掌握文献资料中采用的研究方法，学习文献资料中的研究思想。

硕士研究生的培养流程主要包括两大部分：课程学习和学位论文研究工作。下面就这两个部分及具体的环节分析0-1创新能力的培养情况。

## 三、硕士培养环节对0-1创新能力的培养情况分析

0-1创新是指一种从无到有的创新，要培养硕士研究生的0-1创新能力就要让学生经历从无到有的过程，从中体会从无到有的需求来源，从中学习如何发现问题，从中总结如何使用现有技术解决这样的问题和如何提升现有技术的性能。

下面逐环节来分析目前培养流程各个环节对0-1创新能力培养情况。

课程学习中，跟0-1创新能力相关的主要是基础理论课程、专业基础课和专业课。由于教育技术的发展，授课效率的提升，目前多数课程均压缩了授课学时，基本上专业课程都是32学时。由于当前信息技术发展，信息传播速度提升之后，各个学科的技术均快速发展，事实上专业课程的教学内容随着技术的发展是逐步增加的。虽然授课效率提高了，但是学时仍旧相对较少。又因为硕士研究生是从不同高校考入的，各个高校本科培养方案中，对于专业课程设置差别较大，所以一门课程，尤其是专业课程选课学生的知识技术水平差异较大。所以，为了能够兼顾到不同程度的研究生，多数专业课都是拿出部分学时补充本科阶段的相应内容，使得原本就不足的学时更捉襟见肘。所以多数教师均充分利用有限的授课学时讲授相关的主流技术的概念、原理和方法，并且基本上都是直奔主题。而跟0-1创新能力培养相关的技术的背景、需求和研发成型的过程，在授课中基本不讲授，或者一笔带过。

所以，多数情况下，课程学习过程中，研究生能够学习到专业相关的知识和主要技术方法，但是这些课程对0-1创新能力的培养不能有针对性地起到直接的作用。

在学位论文研究工作中，从选课开始，多数研究生导师都会综合考虑学生的能力水平、课题研究周期、学校关于研究生的毕业条件，如小论文撰写和发表周期和学位论文的工作量等因素，此外还要考虑学生就业目标和实习计划等。综合这些相关因素进行选题。而在这样平衡之后的选题多数都是在现有工作基础上进行修修补补的改进工作。这样选题本身就忽略了0-1创新能力的培养。

研究生开展学位论文课题研究，是一个从文献调研开始，到形成解决方案和论证解决方案，再到实验验证，实验数据收集分析，到最终得到结论的过程。这样的过程每一个环节都需要硕士研究生进行深入的思考，这样才能启发0-1创新思维，才能培养0-1创新能力。

但是现在技术的快速发展给大家提供了大量的文献资料和解决方案，但视乎没有给大家进行深入思考的时间。以计算机视觉领域为例，每年在顶会发表的论文数量很大。研究生广泛阅读大量文献，对当前研究方向充分了解之后，多数情况下研究生设计的解决方案就会落入到当前主流解决方案之中，在现有的方案上修修补补，步当前主流的解决方案入后尘，从设计思路上不能达到从0到1的创新。当然对0-1创新能力的培养也不能得到充分开展。

同时，开源的思想的流行虽然让相关工作能够快速被大家了解，但是却不利于研究生0-1创新能力的培养。开源的工作直接在研究生眼前呈现出一个完整的解决方案，但是没有呈现出这个解决方案的最初的形成过程。硕士研究生通过阅读文献和研究解决方案，可以学习到现有技术和使用方法，能够训练学习能力和技术运用能力。但是无法让研究生感受到那个从无到有的创造过程，无法让研究生体会到破冰的艰难，无法让研究生了解到这个过程是如何组合技术形成解决方案的。

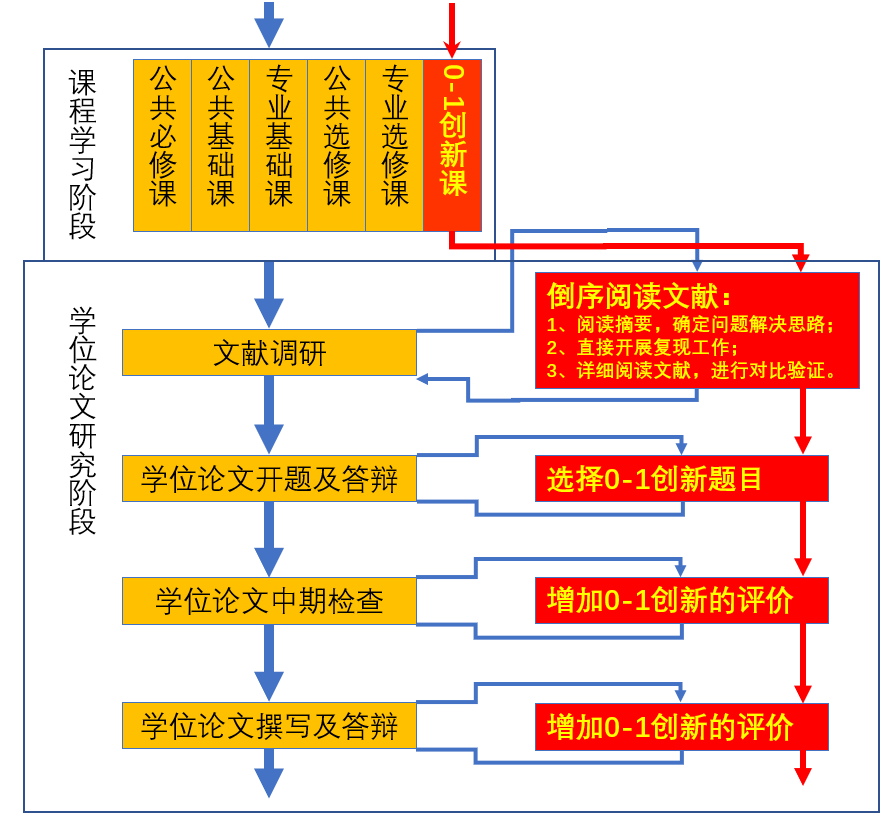
综上所述，当前的培养模式的培养环节中，对培养研究生0-1创新能力都有不足。需要针对0-1创新能力培养要求，设计相应的培养环节，结合当前主流培养模式，形成具备0-1创新能力培养的综合培养模式。

## 四、0-1创新能力培养模式设计

综合当前的硕士研究生培养模式和现代科研条件和科研环境，设计能够提升硕士研究生的0-1创新能力的培养模式。如图1所示。

首先，针对目前硕士研究生培养的课程学习中缺乏0-1创新能力培养的课程，需增加一个课程来进行0-1创新能力训练，称之为0-1创新课。该课程中，除了介绍0-1创新的内涵和外延，并通过介绍科技发展史来说明0-1创新的规律之外，一个重要的内容就是0-1创新过程的仿真模拟。

回顾我国科技发展历史，在建国初期，科技受到全面的封锁。为了建设国家，老一辈科学家开展了艰苦卓绝的奋斗。氢弹之父于敏院士在研发氢弹的时候资料是极其有限的，当时只知道氢弹是通过核聚变原理建造的。于敏院士在这样情况下，能够基于基本物理原理克服重重困难完成氢弹从理论论证，到数字模拟，到设计构型，到爆炸实验的整个过程。杂交水稻之父袁隆平院士也是在文献资料有限的情况下开展了杂交水稻的研究。根据杂交的基本原理，在水稻这个没有杂交先例的领域中，打破坚冰，开展了杂交水稻的实验，并取得了三系、两系和超级水稻的成果。这都是典型的从0到1的创新。

图1. 硕士研究生0-1创新能力培养模式

受到袁隆平院士和于敏院士的科研过程的启发，0-1创新的仿真模拟就是模拟研究题目研发的从无到有的过程。由硕士研究生基于本学科方向的基础技术，完成题目的从0到1的研发过程。

所选择的技术要满足如下要求：1）该技术是学科方向的基础技术，训练完成后能够跟学生后续的研究衔接；2）难度适中，在硕士研究生入学时的技术基础上，经过导师指导能够完成0-1创建过程。这样能够保证研究生经历一次完整的0-1研发过程。这个过程能够让学生体会到0-1创新的成就感。

以计算机视觉为例。当前，计算机视觉主流的技术是深度神经网络，包括多层感知机，卷积神经网络、循环神经网络和扩散模型等等。其中，多层感知机是后续发展新的神经网络的基础网络，又是各种不同网络模块之间衔接使用最多的一个过渡网络。所以可以选择多层感知机作为0-1创新训练的基础技术。基于硕士研究生的基本编程技术，导师介绍多层感知机的计算原理，由硕士研究生完成多层感知机的构建。在构建算法的过程中，按照研发规律循序渐进地完成。先结合具体任务，如手写体数字识别，根据多层感知机的向前计算过程和误差反传过程直接写出算法流程，并编写训练和测试两个调用模块。完成该任务上的训练和测试之后，再一步一步把算法和具体任务解耦，使用面向对象的虚基类和虚函数技术将训练和测试过程跟算法计算过程解耦，然后再实现计算图的功能完成梯度自动计算和梯度下降优化过程。

通过这样的多层感知机的构建过程，可以让研究生深入理解深度神经网络的基本原理和完整的计算和优化的过程，能够锻炼了研究生对技术的综合运用能力，更重要的是通过让研究生亲身参与到从无到有的构建过程，树立研究生的0-1创新意识和培养研究生的0-1创新能力。

第二，在学位论文课题研究阶段的文献调研环节中，结合0-1创新能力培养所需，调整文献阅读的模式。当前研究生阅读文献，多数是正向阅读，即通读一遍，然后再对其中重要的小节进一步阅读，阅读之后再进行文献所提方法的复现。通过这种顺序的阅读方法，研究生能够掌握文献中所提的思路，所采用的技术等，但是对于0-1能力的提高非常有限。本课题提出采用倒序的文献阅读模式。具体过程是，当拿到一个文献之后，首先从文献的标题和摘要中获取文献拟解决的问题和大致解决思路。然后直接开展复现工作，根据大致的解决思路，从输入数据预处理开始，设计解决方案的各个步骤、每个步骤的技术细节和实验验证方案。然后实现这个具体的方案，进行测试实验、实验数据收集和分析。最后，再详细阅读文献，跟自己所设计实现的方案进行对比，找出自己设计实现的方案的优点和缺点。针对缺点再进一步改善自己设计实现的方案。这样的文献阅读方式增加了一个前置的设计和实现的步骤，实际是把0-1创新能力训练嵌入到文献阅读过程中。不仅仅是训练了从无到有的能力，还通过后面的详细阅读和对比过程，进一步提升该能力。并且，通过对比发现研究生自己设计和实现的方案的优点能够激发研究生的0-1创新意识的提升，发现的缺点能够让研究生有针对性地提升自己的设计和实现能力。

通过倒序的文献阅读模式的训练，在进行学位论文开题的时候，就可以根据研究生的基本能力选择更有挑战性的题目，能够更好地训练研究生的0-1创新能力。

然后，在学位论文的中期检查、学位论文撰写和毕业答辩的过程中增加0-1创新能力方面的评价，同时在多个环节督促研究生的0-1创新能力的提升。

这样，在原有的硕士研究生培养模式（图1中蓝色箭头部分）的基础上，通过增加一门课程，调整文献阅读模式，以及后续的0-1创新能力的检查（图1中红色箭头部分）几个环节构建出硕士研究生0-1创新能力培养模式。配合原有的培养模式，既能够从知识和技术层面对研究生提高，又能够激发研究生的0-1创新意识，同时提升0-1创新能力。

## 五、结论

本文首先总结硕士研究生培养的主要环节为课程学习、学位论文研究。然后分析了当前的情况下，这些培养环节对0-1创新能力提升的情况。并针对当前培养环节上对0-1创新能力不足的情况，提出增加0-1创新能力培养课程。同时在文献调研方面，采用前置文献复现步骤，结合后续的验证性阅读来提升研究生的0-1创新意识和培养其0-1创新能力。然后在学位论文选题、中期检查、学位论文撰写和答辩中也有针对性地增加0-1创新能力培养方面的措施。在对现有的培养环节不做大的调整的情况下，综合构建提升0-1创新能力的硕士研究生培养模式。

## 参考文献：

[1]教育部，发改委，财政部．关于深化研究生教育改革的意见．教研〔2013〕1号．2013-03-29．

[2]彼得.蒂尔，从0到1：开启商业与未来的秘密[M]，北京：中信出版社，2014.

[3]贺小桐, 汤书昆. 我国高校研究生创新能力培养的机制、原则与模式——以创新型社会发展需求为视角[J]. 研究生教育研究, 2015, 000(005):42-46.

[4]冀秋燕. 研究生学术创新能力现状及其培养研究[D].河北大学，2015

[5]Zabelina, D.L., &Robinson, M. D. Creativity as flexible cognitive control[J]. Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts, 2010(3):137.

[6]曹晶. 默会理论视角下的研究生科研创新能力培养[J]. 中国高教研究, 2009(01):19-22.

[7]徐凯, 徐洁, 王宏刚. 研究生创新能力培养面临三大障碍的审视与思考[J]. 研究生教育研究, 2015(6):46-49.

[8]陈纪瑛，郭文革，美国研究生对中国研究生科研创新能力的观察和评价[J].学位与研究生教育，2013，（2）：70-75

[9]沈亚平 张子怡. 美国一流大学提升研究生创新实践能力的举措探析[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2015(17):458.

[10]熊俊涛, 叶李, 卜榕彬,等. 中日高校研究生创新实践能力培养模式探讨——以工业工程专业为例[J]. 实验室研究与探索, 2018, 037(007):223-226.针对校企联合培养模式，分析了中日两国研究生培养过程的不同点。最后提出相应的改进建议。

[11]周正，韩悦，学术型研究生创新能力的表征结构及其培养路径研究[J].黑龙江高教研究，2020，（9）：68-73

[12]王青霞, 赵会茹. 加强研究生课程体系建设 提高工科研究生创新和实践能力[J]. 学位与研究生教育, 2008(S1):94-96.

[13]Shaari R , Mahmud N , Wahab S R A , et al. Deep as a Learning Approach in Inspiring Creative and Innovative Minds among Postgraduate Students in Research University[J]. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012, 40:152-156.

[14]张秋根, 颜流水, 陈素华. 研究生创新能力培养的探索[J]. 教育教学论坛, 2012(19):96-98.

[15]杨晓明，冯茜，研究生创新能力影响因素实证分析，研究生教育研究[J].2014(6):38-46

[16]吕艳娇, 姜君. PBL教学方法对美国研究生创新能力影响[J]. 黑龙江高教研究, 2018, 000(011):113-116.

[17]Zabelina, D.L., &Robinson, M. D. Creativity as flexible cognitive control[J]. Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts, 2010(3):137.

[18]李立清, 龙唐斌. 我国研究生创新能力培养模式及其保障机制研究[J]. 高等农业教育, 2016, 000(002):11-16.

[19]田维波, 张远英, 张萍. 基于研究生创新能力培养的学位评价体系及其改进[J]. 学位与研究生教育, 2009(06):46-50.

[20]李萍.培养体制与研究生创新能力的培养——基于贵州省的实证调查[J].研究生教育研究,2014(02):48-53.

[21]吴雷,高娈,林超然等.研究生高层次人才的培养现状及政策研究——以黑龙江高层次人才培养研究为例[J].教育教学论坛,2023,No.607(04):65-68.

**Research on 0-1 innovation ability training mode for postgraduates**

LIU Yu-jie, LI Zong-min

(School of Computer Science and Technology, China University of Petroleum (East China), Qingdao, Shandong 266580, China)

**Abstract:** 0-1 innovation is an innovation from scratch and an important driving force for social and economic development. 0-1 innovation awareness and 0-1 innovation ability should be cultivated from the academic research of master's degree students. The situation of 0-1 innovation ability in each step of the current postgraduate training mode is analyzed. And the authors propose to add 0-1 innovation courses, adjust the literature reading mode and increase the 0-1 innovation evaluation training route. Combining with the existing training steps, the authors design the 0-1 innovation ability training mode for postgraduates.

**Key words:** 0-1 innovation ability; training mode; postgraduate training