军队院校青年教员教学培训需求调查与对策研究

张　鹏，王　丹，施　雯，张会如
（陆军工程大学　教研保障中心，江苏　南京　210007）

摘　要：掌握教员教学培训需求是提升培训质量、促进教学专业发展的前提。对 12 所军队院校的 281 名青年教员进行了问卷调查，分析了不同类型教员群体的教学认知和培训需求及其差异。结果显示，青年教员普遍比较重视教学，新教员存在一定的入职焦虑现象；各阶段青年教员均具有较强的培训需求，但对培训效果缺乏信心；青年教员总体上更期望培训更为直接的教学技能，但具有高级职称的教员也希望提升教育理论水平；青年教员认为提升教学能力最有效的方法是本专业内的优秀教员传帮带，希望培训中加强互动和实践；不同类型教员对培训内容的需求表现出一定的差异。基于调查结果，提出了开展教学培训的对策，包括：面向各阶段青年教员提供教学培训服务，基于需求差异组织培训，注重形成通用教学能力和专业教学能力相结合的教学培训体系，在培训内容上做到教学技能与教育理论并重，在培训形式上注重加强互动和实践，通过提升教学培训的专业性促进教学专业发展。

关键词：教学专业发展；教学培训；需求调查；对策

中图分类号：G647　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1672 - 8874（2021）03 - 0072 - 07

Research on the Teaching Training Strategy Based on a Survey of Young Teachers' Training Needs in Military Academies

ZHANG Peng，WANG Dan，SHI Wen，ZHANG Hui-ru
（*Teaching and Research Support Center*，*Army Engineering University*，*Nanjing* 210007，*China*）

Abstract：Making clear the teaching training needs of young college teachers is vital to improve the training quality and then prompt the teachers' instructional development. A questionnaire survey was conducted among 281 young teachers from 12 military academies to analyze how different types of teachers differ in their understanding of teaching and in their training needs. Results show that young teachers generally pay more attention to teaching，and new teachers have certain employment anxiety. Young teachers in all stages have strong training needs，but lack confidence in the training effect. Young teachers generally prefer the training of teaching skills while teachers of high professional titles hope to learn education theory too. Young teachers consider learning from the excellent teachers of their major as the most effective way to improve teaching ability. They hope to have more interaction and practice in the training procedure. Different types of teachers have different needs for training contents. Based on the analyses above，the countermeasures of teaching training are proposed as follows. Colleges should provide teaching training services for young teachers at all stages. The training should be organized

---

收稿日期：2021 - 04 - 29

基金项目：陆军工程大学教育教学研究课题（GJ20ZD010）；陆军工程大学教育教学研究课题（GJ20ZX094）；国防军事教育学科规划课题军队专项课题“军校教员教学专业发展体系设计与支持策略研究”

作者简介：张　鹏（1976 - ），男，山东济南人。陆军工程大学教研保障中心军事教育研究与教师发展中心副主任、副教授，博士，主要从事教师发展研究。

according to the different needs of young teachers. A teaching training system to train both general teaching ability and teaching ability of special courses should be constructed. Both teaching skills and education theories should be emphasized in terms of training content. Interaction and practice should also be strengthened in terms of training pattern. Teachers' teaching development will be promoted by improving the professionalism of the training.

Key words：instructional development；teaching training；survey of training needs；strategy

一、引言

教员教学能力是军队院校办学育人质量的关键保证。有学者认为，高校教师职业生涯的最初几年奠定了其职业发展的基调，之后，成功或失败的长期模式便以极快的速度形成[1]。因此，为军队院校师资新生力量的青年教员提供优质的教学培训服务，促进其增强教师职业认同、提升教师职业发展主动性、奠定良好的教育教学理论和技能基础，对于青年教员自身长远发展和院校师资建设十分重要。

众多研究实践表明，除社会需求、组织（院校）需求外，参训者个人的培训需求是开展培训工作需要考虑的重要方面，甚至是影响培训效果的决定性因素。Kirkpatrick 等强调教师培训项目应以参训教师为中心，满足参训教师的需求[2]；余新提出要把握教师培训管理的七个关键环节，其中第一个关键环节就是做好培训需求分析[3]；美国高校的青年教师培训充分尊重教师的意愿，尤其关注对教师多元化需求的个性化满足，强调教师的自主性和自发性[4]；谢玲英通过调查认为，大量教学培训过分突出了培训工作的管理意愿和目标导向，而未能充分尊重青年教师的内心意愿，很大程度上挫伤了青年教师参训的自尊心与积极性，导致参训实效不高[5]。

因此，必须掌握教员教学培训需求，据此设计和提供培训服务，才能取得较好的培训效果。青年教员对教学的认知如何？对教学培训有何需求？期望的培训内容和形式有哪些？院校教员的来源、学历、教龄、职称、任教学科等日益多样，对军队院校而言，还存在现役军人教员和文职人员教员的区别，不同类型教员的教学培训需求有何差异？为进一步厘清这些问题，我们对 12 所军队院校的青年教员的教学培训需求进行了调查分析，并基于调查结果提出了优化培训设计和实施的对策建议，为提升青年教员教学培训质量提供参考。

二、教学培训需求的调查和分析

采用问卷调查分析方式对青年教员教学培训需求进行研究。

（一）问卷设计

设计和使用了《青年教员教学培训需求调查问卷》，问卷主要包括教员基本情况、教学认知调查和培训需求调查三个部分。其中，教员基本情况部分主要对教员年龄、教龄、职称、任教学科、课程类型等进行调查；教学认知部分主要对教员认知中的提高教学质量的有效手段、授课技巧来源、最大的困惑等进行调查，均为多选题，采样数据为字符型；培训需求部分主要对期望的培训内容、形式和主讲人等进行调查。培训内容分为师德风范、教育理论、教学技能三个方面，包括 17 个具体题项，设置“非常不需要”至“非常需要”5 个选项，依次记 1 分至 5 分，采样数据为数值型。使用 Alpha 信度系数法对数值型数据进行了信度检测，α 系数（0.817）>0.7，说明此部分问卷具有较高的信度，能够量化反映教员教学培训的内容需求。

（二）调查数据分析

1. 样本分布

12 所军队院校的 281 名青年教员参与了问卷调查，涵盖不同年龄、职称、教龄、任教学科、课程类型等，样本具体分布如表 1 所示。其中，30 岁以下教员占比 45.9%，按照教师职业发展阶段划分[6]。31.8%的教员处于职前期，30.9%的教员处于入职期（教龄 1－2 年），24.5%的教员处于能力构建期（教龄 3－5 年），12.8%的教员处于热心和成长期；初、中级职称教员分占总人数的 46.6%和 42.4%。样本覆盖面较全，符合研究需要。

表 1 调查样本分布情况

描述指标	类别	数量	百分比（%）
性别	男	167	59.9
	女	114	40.1
年龄	30 岁以下	129	45.9
	31 –35 岁	100	35.6
	36 –40 岁	44	15.7
	40 岁以上	8	2.8
教龄	未正式上岗	89	31.8
	1 –2 年	87	30.9
	3 –5 年	69	24.5
	5 年以上	36	12.8
最高学历	本科	21	7.5
	硕士研究生	189	67.3
	博士研究生	71	25.2
职称	初职	131	46.6
	中职	119	42.4
	副高职	31	11.0
人员类型	文职人员	147	52.3
	现役军人	134	47.7
任教学科	理工类	181	63.7
	文史类	46	16.2
	军事类	54	19.0
是否参加过教学培训	是	94	34.1
	否	187	65.9

2. 教学认知调查数据分析

（1）教员职业发展目标。绝大多数（91.13%）的青年教员有明确的发展目标，“教学科研并重型教员”是多数青年教员（60.48%）的职业追求，“教学型教员”（19.35%）略高于“科研型教员”（11.29%），另有 8.87% 的教员选择“顺其自然发展”。可见，多数教员认为教学是自身职业发展的一个重要方向，希望做好教学工作。

（2）教学工作胜任情况。教学工作对于青年教员特别是新任教员颇具挑战，存在一定的入职焦虑现象[7]。如图 1 所示，超过 60% 的教员感到“基本能胜任但比较吃力”，8.10% 的教员感到“力不从心”，自认为“完全能胜任”的青年教员仅占总样本的 8%。教龄长、职称高、参加过培训的教员自认为胜任情况更好；与现役军人相比，文职人员的胜任情况呈现出两极分化的特点，认为“完全能胜任”和“力不从心”的比例均略高；文史类教员自我感觉能胜任的比例略高于理工类和军事类教员。

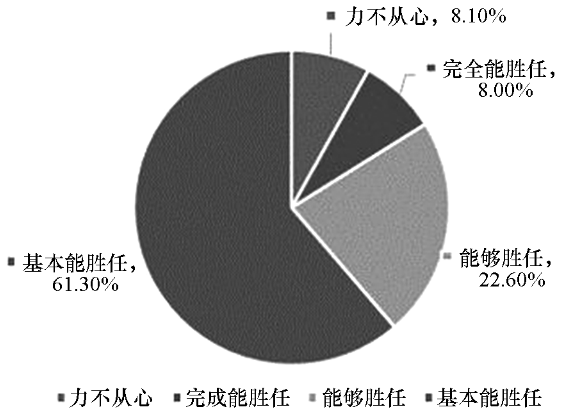

图 1 “教学工作胜任情况”调查情况

（3）教学中感到的困惑。如图 2 所示，青年教员的最大困惑为“如何激发学员的学习兴趣”（58.06%）。多数青年教员对自己的教学发展有信心，并不太担心“对信息技术等新方法手段掌握不好”“教学方法陈旧”“学员难以管理”。随着教龄的增长，感到“学员难以管理”的比例进一步减小，但感到“教学任务繁重，不能深入进行教学研究”的比例逐渐增加。3 至 5 年教龄的教员感到“不能有效提高学员的学习能力”“教学方法陈旧”的比例显著高于其他教龄段的教员。理论课教员各种困惑的比例总体高于实践课教员，说明理论课教员提升教学质量的难度更大。理工类课程教员“自己的发展方向不够明确”的比例高于文史类课程教员。进一步访谈得知，理工类课程教员在教学与科研孰重孰轻上仍有所犹豫。

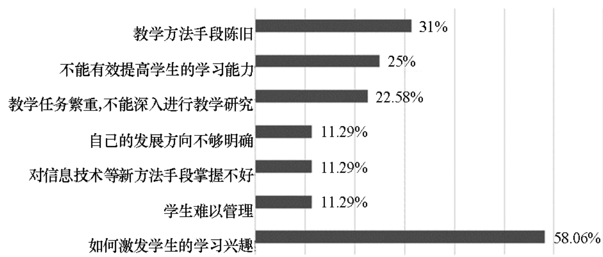

图 2 “教学中感到的困惑”调查情况

（4）对培训的态度。92.74% 的青年教员认为培训“非常有必要”，仅有 7.26% 的教员认为“无所谓”或“没必要”。可见，青年教员对教学培训有需求也有动力，院校应努力提供优质的教学培训服务，充分满足青年教员提升教学能力的意愿

和需求。

（5）授课技巧的来源。总体上，青年教员认为授课技巧主要来自于“工作实践经验积累”（54.03%），同时，“有经验的专家传授”（51.61%）和“从书籍、网络中学习”（47.58%）也是有效途径。这说明多数教员心目中的教学能力提升方式是自我提升与外部帮助相结合。而认为从“相关培训获得”的仅有 16.13%，对比前文中 92.74%的青年教员认为培训“非常有必要”，可见，青年教员迫切希望通过培训提升教学能力，但又对培训没有信心。这反映出当前培训并没能达到教员的预期，其质量和效果迫切需要提升，培训在教员教学能力发展中的作用亟待加强。

值得关注的是，不同学科教员习得授课技巧的途径多种多样。文史类课程教员授课技巧的首要来源是“从书籍、网络中学习”，理工类教员为“有经验的专家传授”，军事类教员为“工作实践经验积累”。同时，现役军人教员更倾向于“工作实践经验积累”，而文职人员教员更倾向于“从书籍、网络中学习”。这也提示我们应注重区分不同类型教员，提升培训形式的针对性和多样性。

（6）提高教学能力的有效方法。青年教员认为提高教学能力最有效的三种方法依次为：“老带新一帮一”（75.81%）、“跟班听课”（74.19%）和“专业内优秀教员教学方法分享”（67.74%）。这充分说明专业内优秀教员在新教员教学专业发展中的重要作用。许多院校实行新教员导师制，由经验丰富的教授指导新教员，并跟班听课，特别是跟听拟承担课程和专业内相近课程，是非常必要和有效的。

3. 培训需求分析

（1）期望的培训形式。参与调查的青年教员最期望互动性强的“交流研讨式”（62.62%），其他形式由高到低分别为“观摩授课”（51.13%）、“集中讲座式”（31.91%）、“试讲体验式”（9.09%）。随着教龄的增长，教员对“集中讲座式”培训的期望降低。

（2）期望的培训主讲人。被调查教员最期望“专业内教学质量优秀的教员”（61.13%）担任培训主讲人；其次希望主讲人是“教育领域的专家”（48.23%）。可见，教员最期望与自己课程最贴近的专业内优秀教员授课，能够获得更有针对性的指导，从而更快地提升教学能力。同时，青年教员也期望专家授课，以得到权威的指导。而并不太期望校内外其他专业的优秀教员主讲，认为与自己的教学差异较大，对这些优秀教员的经验是否适合自己的教学方面存在疑虑。

（3）培训内容需求分析。青年教员对各项培训内容的需求情况如表 2 所示。

表 2　青年教员培训内容需求情况

所属模块	培训内容	均值	标准差	均值
师德风范	军校教员职业道德规范	4.20	1.1	4.24
	教员礼仪形象	4.20	.984	
	教员情绪管理及心态调整	4.32	.904	
教育理论	高等教育新理念	4.42	.879	4.43
	高等教育学基本理论	4.35	.933	
	军校学员心理发展特点	4.47	.854	
	军校学员学习规律	4.31	.937	
	实验（实践）教学理论	4.45	.814	
	教学研究与反思	4.58	.688	
教学技能	演讲表达技巧	4.54	.716	4.46
	课程文件编制	4.36	.842	
	教学设计	4.58	.709	
	现代教育技术	4.36	.860	
	信息化平台和媒体的应用	4.35	.881	
	学科教学方法与策略	4.55	.741	
	师生沟通技巧	4.51	.723	
	教学诊断与评价	4.41	.774	

总体上，青年教员认为问卷所列培训内容均很必要，需求度普遍较高，均值都在 4 以上。对教学技能模块的需求度最高（4.46），对师德风范的需求最低（4.24），对教育理论的需求度居中（4.43）。对于具体培训内容，需求程度最高的为教学设计（4.58）和教学研究与反思（4.58），需求最低的为军校教员职业道德规范（4.20）和教员礼仪形象（4.20）。

值得注意的是，教员对“军校学员学习规律”的培训需求相对较低（4.31），而前文中教员的最大困惑是“如何激发学员的学习兴趣”。进一步访谈得知，教员认为如何激发学员学习兴趣是教员的问题，在于教员的教学设计，并不完全取决于学员的学习规律。

不同职称教员对培训内容的需求存在差异，如表 3 所示。不同职称教员在对“高等教育学基本理论”和“实验（实践）教学理论”的需求上存在显著差异。初职教员更加需要，中职教员需求值较低，而副高职教员的需求值大幅提高，甚至高于初职教员。这反映出，初职教员希望掌握教育教学基本理论，中职教员更关注实际而直接的教学技能，而具有一定教学经验的高级职称教员随着教学的实践与反思，又深刻感到需要从教育理论出发来解决一些教学问题。

值得注意的是，高级职称教员对所列培训内容的需求值均高于其他职称教员，特别是对“教学研究与反思”“教学设计”和“实验（实践）教学理论”的需求值达到了最大值 5。可见，与通常的高级职称教员不再需要培训的认识相反，高级职称教员在具备相当教学经验后更希望接受培训，希望进一步提升教育理论水平、教学研究能力和教学设计能力。

表 3　不同职称教员需求情况（差异显著部分）

培训内容	职称	均值	标准差	F 值	P 值
高等教育学基本理论	初职	4. 46	. 799	3. 945	. 009
	中职	4. 08	1. 140		
	副高职	4. 80	. 447		
教学研究与反思	初职	4. 57	. 701	. 649	. 584
	中职	4. 56	. 673		
	副高职	5. 00	. 000		
实验（实践）教学理论	初职	4. 53	. 696	3. 321	. 020
	中职	4. 25	1. 003		
	副高职	5. 00	. 000		

军人教员与文职人员教员对培训内容的需求存在差异。文职人员总体需求数值大于现役军人，在“教学设计”“信息化平台和媒体的应用”“教学诊断与评价”需求上存在统计学意义上的显著差异，文职人员需求显著高于现役军人。文职人员需求最高的是“教学设计”“教学研究与反思”，而现役军人需求最高的是“教学研究与反思”“演讲表达技巧”，具体数值如表 4 所示。进一步访谈得知，造成这些差异的原因可能在于文职人员对军队还不够熟悉，希望通过培训进一步了解军队院校教学和学员的特点。而军人教员更希望增强自己的教学研究能力、表达能力和与学员的沟通能力。

表 4　现役军人教员与文职人员教员的培训内容需求情况（差异显著和极值部分）

培训内容	身份	均值	标准差	T 值	P 值
演讲表达技巧	现役军人	4. 48	. 76	－1. 497	. 135
	文职人员	4. 61	. 66		
教学研究与反思	现役军人	4. 49	. 78	－1. 963	. 051
	文职人员	4. 65	. 58		
教学设计	现役军人	4. 45	. 77	－2. 948	. 003
	文职人员	4. 69	. 62		
信息化平台和媒体的应用	现役军人	4. 22	. 93	－2. 218	. 027
	文职人员	4. 46	. 81		
教学诊断与评价	现役军人	4. 31	. 79	－2. 074	. 039
	文职人员	4. 50	. 74		

本研究对学历、教龄、任教学科等因素也做了差异分析，结果显示不存在显著差异。

三、教学培训对策

由调查分析结果可见，青年教员普遍具有做好教学工作的意愿，同时对做好教学工作存在一定程度的焦虑和困惑，他们对教学培训并不抵触，期望通过培训提升自身教学能力，但又对培训质量和效果缺少信心。军队院校应将学校、学科、课程教学的需求与教员需求相结合，系统设计，优化内容和方式，努力提供高质量、专业化的教学培训服务，改变教学培训在教员认知中的低效印象，切实帮助青年教员提升教学能力，满足教员教学专业发展和院校提升教学质量的需求。

（一）教学培训的对象：面向全员

军队院校教学培训的对象通常以初、中职青年教员为主。但调查显示，高职教员的培训需求更加强烈，对师德风范、教育理论和教学技能的培训需求度均高于初、中职教员，对部分培训内容的需求值甚至达到了最大值。因此，院校应在以往重点培训初、中级职称教员的基础上，进一步重视高级职称教员的教学培训，建立覆盖教师发展全周期的教学培训服务体系，在各个阶段为其提供针对性的教学培训服务，促进全体教员保持教学热情和改革动力。要帮助职前期教员打牢教学能力基础，缓解入职焦虑；帮助适应期教员

增强教学设计实施能力，适应教学工作；帮助熟练期教员形成教学风格，提升教学研究能力，避免“职业倦怠”和“职业高原”现象。

（二）教学培训的组织：基于需求

不同类型、发展阶段教员的培训需求存在差异，院校应实施分类培训，面向不同教员群体设计针对性的教学培训内容，采用针对性的培训组织形式。当然，细分多种类型实施培训将会带来较大的组织上的难度和工作量，且教员的需求也在动态变化。因此，院校可以适应成人学习特点，探索采用“线上＋线下”的自主选修培训模式，即依托网络实施理论知识性较强的内容的培训，建设优质丰富的教学培训资源池，根据教员类型区分设置必修和选修内容，由教员进行线上学习和考核，实现自我导向性学习[8]。同时，在线下集中开展一些实践性较强的培训项目。例如，优秀教学观摩、研讨、说课试讲等。可建立和实行教学培训学分制，对教员的学习行为进行一定的约束，保证培训质量。

（三）教学培训的体系：通专结合

不同学科、专业和课程的教学具有不同的特点，青年教员期望得到与自己任教课程更加贴近、更有针对性的指导，以快速有效地提升教学能力。因此，院校应注重形成通专结合的教学培训体系，在进行通用的教学能力培训的同时，加强学科教学能力、专业教学能力和课程教学能力的培训，这些培训可分别由校、院系、教研室和课程组各级组织实施。相关研究实践表明，教研室和课程组开展的经常性集体备课、教学观摩研讨等活动，对青年教员快速提升课程教学能力非常有效。另外，青年教员普遍认同“老带新一帮一”在提高教学能力中的重要作用。院校应坚持落实新教员甚至是处于熟练期前的教员的教学导师制度，指定专业内富有教学经验的教员担任青年教员的教学导师，制定导教计划，在教学导师的指导下进行跟班听课和说课试讲等活动，实现一对一个性化的帮助和指导。

（四）教学培训的内容：理技并重

青年教员对教学技能的需求度高于对教育教学理论的需求度，希望学习教学设计等更加直接的教学技能，以快速提升教学能力。因此，院校在教学培训中应注重加强教学技能的比重，帮助教员掌握教学设计、实施和改革中的一些规律、方法和技巧。但同时，也要看到，对教育教学理论的需求呈现马鞍型分布，即中职教员需求度低而初级职称教员和高级职称教员需求度高。其中，高级职称教员对教育理论的需求度还要高于初职教员，他们在具备了相当的教学实践经验后意识到教育理论的重要性，需要在教育理论中寻找一些教学改革和实践问题的答案。特别是军队院校教员大多不具备教育学相关专业背景，这一点显得尤为重要。因此，教育理论培训在各阶段的教学培训中不可或缺，是提升教学培训专业化程度、实现教员教学发展专业化的必经之路。

（五）教学培训的形式：互动实践

青年教员认为培训对提升教学技巧的作用效果不明显，特别是对师德风范模块的需求度最低，单一枯燥的培训形式是其重要原因之一，因此院校应着力改进培训形式。一是改革师德风范的教育形式。改变以往说教为主的模式，转而采取更加灵活更易于接受的方式。例如，身边的优秀教员现身说法，观看优秀教员事迹纪录片，听取学员感言等，通过增强代入感提升培训效果。二是创新混合式培训模式。与集中听取理论知识讲座相比，青年教员更期望互动性强的研讨式培训形式，院校可在教学培训中引入线上线下混合式培训形式，即由参训教员在线上自主学习相关理论知识，而在线下以案例分析或研讨形式开展教学，增强对理论知识的理解。当前许多院校都在力推混合式教学模式，在教学培训中采用混合式培训，本身就是一种示范引导。三是强化教学设计实践。青年教员普遍认为授课技巧来自于工作实践，对教学设计的培训需求最大，院校应在培训中加大教学设计的实践比重。近年来，教学技能工作坊（ISW）培训模式受到广泛认可。该模式采用基于小组合作的沉浸式培训方式，由参训教员选择教学内容，按照“导入－目标－前测－参与式学习－后测－总结”（BOPPPS）的过程进行一个微型课（Mini-Lesson）的设计并试讲，听取培训师和同组其他参训教员的点评。据此改进这堂微型课，并对他人的微型课进行点评，能够帮助参训教员体验一个教学设计实施评估反思改进的全过程，快速提升教学设计和实施能力。多轮教学培训实践表明，尽管培训前参训教员并不期望“试讲体验式”的培训形式，但培训结束后绝大多数参训教员认为这种形式对于提升教学设计能力最为有效。

总之，在引导教员把教学当成一种学术、把教学视为一种专业的同时，院校自身也应着力提

升教学培训的专业化程度，动态跟踪研究教员的培训需求变化，构建体系化的教学培训制度机制，设计专业化的培训内容体系，打造专业化的培训师资队伍，提供专业化的培训资源保障，通过高质量的教学培训服务促进广大教员的专业发展。

参考文献：

［1］ 郭丽君，吴庆华．浅析美国高校新教师发展［J］．高等教育研究，2012（7）：69 – 73．

［2］ KIRKPATRICK D L，KIRKPATRICK J D．Evaluating Training Programs：The Four Levels［M］．San Francisco：Berrett-Koehler Publishers，Inc．，2006：3．

［3］ 余新．教师培训的本质、功能和专业化走向［J］．教育科学研究，2010（12）：43 – 46．

［4］ 邢磊，邓明茜．中美 15 所高校新教师教学培训方案的文本分析［J］．现代教育技术，2016，26（10）：52 – 59．

［5］ 谢玲英．浙江高校青年教师教学能力培训现状分析与实效研究［J］．高教学刊，2016（14）：184 – 185．

［6］ FESSLER R．A model for teacher professional growth and development［J］． Career-long teacher education，1985：181 – 193．

［7］ 阙斌斌．高校教师的入职期焦虑及应对策略［J］．现代教育科学，2019，469（4）：76 – 80，85．

［8］ 王保星．美国大学教师教学发展的理论意蕴与实施策略——基于美国若干所一流大学教师教学发展实务的解析［J］．高校教育管理，2019，13（2）：33 – 39，48．

（责任编辑：邢云燕）

（上接第 8 页）

肯三番五次地琢磨修饰一篇杰作，而不愿发表他很容易就能写出来的许多杰作。”[14] 高斯以这样的方式处理重要的科学成果，满足了自己对科学美的完美追求，却可能不便于科学成果的高效传播与后学者的深入学习理解。过度追求科学美的高斯不愿让人看到创新过程中粗陋的“脚手架”，只得将自己创新过程中探索性的心理活动与思维过程隐而不记。相比之下，钱三强不仅作出了独到的创新，而且为科学史教育功能的发挥与科学史原始资料的保存树立了不朽的丰碑。

参考文献：

［1］ 钱三强．徜徉原子空间［M］．天津：百花文艺出版社，2000．

［2］ 葛能全．钱三强［M］．贵阳：贵州人民出版社，2005：27．

［3］ 钱三强．重原子核三分裂与四分裂的发现［M］．北京：科学技术文献出版社，1989．

［4］ 葛能全．钱三强年谱长编［M］．北京：科学出版社，2013．

［5］ 陈丹，葛能全．钱三强传［M］．北京：中国青年出版社，2017．

［6］ 钱三强．钱三强文选［M］．杭州：浙江科学技术出版社，1994．

［7］ 恩格斯．自然辩证法［M］．北京：人民出版社，1971：29 – 30．

［8］ 杨振宁．读书教学四十年［M］．北京：生活·读书·新知三联书店，1987：106 – 107．

［9］ 钱三强．科坛漫话［M］．北京：知识出版社，1984：43 – 44．

［10］ 张焕乔，唐洪庆．钱三强、何泽慧与我国核武器研制［J］．国防科技工业，2014（10）：46 – 48．

［11］ 萨本豪．预则为谋　理论先行［J］．物理，2013（12）：884．

［12］ 胡作玄，石赫．吴文俊之路［M］．上海：上海科学技术出版社，2002：132 – 133．

［13］ 杨振宁．曙光集［M］．北京：生活·读书·新知三联书店，2008．

［14］ 贝尔．数学精英［M］．徐源，译．北京：商务印书馆，1991：268．

（责任编辑：赵惠君）