

实践视界中的 MOOC 翻转课堂教学

计科峰, 张汉华, 唐波, 刘培国

(国防科学技术大学 电子科学与工程学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: MOOC 教学作为一种开放的教学模式, 对培养学员的自主学习能力有重要作用。结合“军事信息技术与系统”MOOC 翻转教学实践, 就目前翻转课堂实施中暴露出的问题提出了几点对策, 旨在提高大学 MOOC 翻转课堂教学效果。

关键词: MOOC; 翻转课堂; 研讨教学

中图分类号: G642.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874 (2015) 04-0047-06

The Practice Teaching of MOOC Flipped Classroom

Ji Ke-feng, Zhang Han-hua, Tang Bo, Liu Pei-guo

(College of Electronic Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: MOOC (Massive Open Online Course) is an open education resource, and it is helpful to enhance cadets' ability to be a self-determination learner. Starting with our practice teaching of the MOOC named as The Technique and System of Military Information, the paper analyzes the basic problems in flipped classroom for seminar-style teaching, and puts forward some measures of improving flipped classroom's effect to deepen teaching reform in our university.

Key words: MOOC; flipped classroom; seminar-style teaching

MOOC 教学作为一种开放的教学模式, 对培养学员的自主学习能力有重要作用。MOOC 教学有两种主要形式: 一种是基本的 MOOC 教学, 它主要以短视频的形式传递程序性、陈述性知识, 起着“知识传递”的作用, 由学员自行完成知识的“吸收内化”^[1-2]; 另一种是 MOOC 翻转课堂教学, 它是在基本 MOOC 教学的基础上, 增加课堂讨论环节, 给予学员针对性的支持和引导, 培养学员独立思考的兴趣, 提高其对知识理解与应用的层次和深度, 甚至发现新知识^[3-4]。笔者分别在本校“军事信息技术与系统”、“海洋学——认识海洋的科学”两门本科生课程中开展了翻转课堂教学实

践。其中“军事信息技术与系统”为本校开设的 MOOC 课程, 2014 年秋季学期在军网梦课平台上线, 2015 年春、秋两学期分别以翻转课堂形式为全校 2012 级和 2013 级本科生开设, “海洋学——认识海洋的科学”为外校开设的 MOOC 课程, 本校分别在 2014 年秋季学期、2015 年春季学期以翻转课堂形式作为学校本科生跨学科选修专业课程而开设。现结合我们的教学实践, 以“军事信息技术与系统”MOOC 翻转课程为例, 就教学实施过程中暴露出的一些具体问题谈谈心得体会, 希望对提高大学 MOOC 翻转课堂教学效果有一定启发和借鉴作用。

收稿日期: 2015-11-09

基金项目: 2015 年湖南省普通高等学校教学改革研究立项项目“MOOC 环境下大学本科教学改革思路与方法研究”; 2015 年本科教育教学研究重点课题 (U2015103)

作者简介: 计科峰 (1974-), 男, 陕西长武人。国防科学技术大学电子科学与工程学院副教授, 博士, 硕士生导师, 主要从事信号与信息处理研究。

一、MOOC 翻转课堂的定位

(一) 教学目标的定位

笔者认为 MOOC 翻转课堂教学目标分为两个层次:首先,支持学员自主学习,引导学员运用知识;其次,培养学员的科学思维能力。基本的 MOOC 教学,对学员自主学习能力要求很高,教学中的难点会让相当部分的学员在学习中感受到挫败,丧失学习的兴趣和成就感。翻转课堂中教员的责任重心为:随时了解学员的学习状态,给予学员针对性支持,引导学员运用知识。故而翻转课堂中,教员的有力支持能让学员始终保持较高的自主学习兴趣,这对培养学员的自主学习和运用知识的能力有重要作用。另外,MOOC 翻转课堂给老师提供了一个机会^[5-8]:让学员学到一些比任何具体的知识点更为重要的东西——良好的思维习惯。如果老师能用一些和 MOOC 短视频中知识点相称的题目来激起他们的好奇心,同时鼓励学员有计划地去尝试创新、突破,在这过程中包容学员所犯的错误,并利用一些激励性的问题去帮助他们通过研讨来寻求这些题目的各种建设性解答,那么就能培养出学员自主思考的兴趣,并教会了他们发展自己科学思维能力的方法。

以“军事信息技术与系统”为例,学校将其列为军兵种课程之一,并提供大力支持,使其能于2014年就在军网梦课平台上线,不分专业面向全校本科生统一开设,希望培养学员具有适应未来信息化作战需要的潜能,希望培养的军官能成为军事通用型人才。随着信息技术的急速发展,获取知识的门槛越来越低,知识的更新程度也越来越快。如果老师将课堂教学的时间都用来重复 MOOC 短视频中的知识点,并以知识点的掌握程度作为课程的考核指标,那么就失去了该课程课堂教学的意义。鉴于此,“军事信息技术与系统”MOOC 教学组集体思考和讨论后达成共识:知识点的掌握程度不再作为课程的主要考核指标,考核标准中 MOOC 在线学习占最终成绩的30%,翻转课堂研讨占30%,闭卷考试占40%(测试时长90分钟,其中知识点的掌握占24%,分析实际问题能力占16%)。

(二) 研讨内容的定位

MOOC 翻转课堂教学在基本 MOOC 教学的基础上,增加了课堂讨论交流的环节。那么,如何

选择与 MOOC 短视频中知识点相称的题目呢?这其实涉及 MOOC 翻转课堂研讨问题范围和难度的定位:即在翻转课堂的教学实施中,研讨题该如何设计才能在引导学员运用知识的同时,培养学员的科学思维能力,还切合本科教学实际呢?

以我们自己编写教材、制作的“军事信息技术与系统”MOOC 为例。教员很清楚当初自己作为本科学员学习该门课程相关内容时遇到的各种困难,如何取得的各种成功。“将心比心”,教员也很清楚在翻转课堂时应该如何落实教学思路才比较容易为学员所接受。因此,“军事信息技术与系统”MOOC 教学组一致认为:翻转课堂设置的研讨问题可以设计部分问题,其内容涵盖教材但其视角要略高于教材;同时教员需要密切了解学员学习状态,在学员解答问题遇见困难时,以“旁观者”的身份适当帮助、引导学员的思路(切忌直接解答),让其通过自己的思维活动来学习科学家思维活动和实践的成果,从而让学员不仅能把握教材知识的本质,更能对教材知识点内容进行创造性的使用。

二、翻转教学实践中发现的问题

在“军事信息技术与系统”MOOC 教学实践中,我们采取了两种研讨方式:一是在线自发研讨。让信息中心在 MOOC 网站上增开该课程的班级讨论区,教员逐讲发布不同层次的研讨题,以期引导学员围绕感兴趣内容进行讨论和深度思考。二是定期开班研讨。为了兼顾到每个学生,教员将教学班分成多个小组,制定好必讲和选讲的研讨题目、研讨制度和策略后,课前发布给小组,由其自行分配研讨题目、组织研讨。从在线自发研讨的积极参与程度和研讨课堂上学员的研讨效果来看,翻转课堂还是取得了一定成果,但也暴露出了一些问题,例如部分学生片面追求分数在班级讨论区频发水贴;部分学员研讨主动性差;个别学员拖欠研讨任务等等。我们对造成这些现象的原因进行了分析,归纳为以下三种典型情况。

(一) 传统习惯和思维方式惯性大

在翻转课堂小组研讨实践中发现,相当一部分学员并不能很好地理解出题者意图。这些学员也分两种情况:第一种情况,虽然明确表明了研讨对应的章节,但由于采用提供素材的方式,要求学员理解和掌握的知识点被隐藏了,这对一部

分学员造成困难。第二种情况,由于自主学习MOOC视频与翻转课堂讨论间隔时间太短,学员认识往往不够,难以在以学员为主体进行教学研讨时,将素材和知识点进行准确关联,引发其实质性思考。虽然上述两种情况中的学员能力层次并不相同,但调查其过往成绩表现,我们发现在传统教学中他们都属于中间状态的学员。为什么不是处于头尾的学员呢?第一,“领头”的学员觉得翻转课堂是一个很好的个人锻炼和展示机会,愿意花费时间精力,思维也相当活跃;第二,“接尾”的学员很高兴不用花大把的时间死记硬背,便可以用一次充分的研讨准备换取好的过关成绩,能动性也很高;第三,学习处于中间状态的学员惯性大,对学习效果要求不高,而且比较满意自身学习现状,当翻转课堂迫使其作为主体进行学习和思维时,习惯用自己屡试不爽的“聪明劲”来解决问题:在没有整体理解前即从细节开始,而一旦其所关注的细节最后并不对应值得深究的要点时,就完全脱轨跑偏了。可见中间状态的学员是翻转课堂教学要推动的主体,急需有效措施来推动他们学习习惯和思维方式的转变。

(二) 将思维能力等同于记忆能力

传统教学中学员发言的机会不多,而MOOC课程的实施,无论是线上讨论区,还是翻转课堂,都为学员们的交流提供了很好的条件。由于在翻转课堂中采用了分多个小组的方式研讨,故而要求参与研讨的组将研讨内容以文字或者PPT的形式发布给其它小组,以便共同学习进步。然而无论每次翻转课堂研讨时,大家讨论得多清楚,对于有疑义的地方,通过教员的辨析,他们也表示听得多么明白,复述得也很正确,但最后形成的文字和PPT,与期望存在较大差距:似乎所有的工作都白做了,一切又回到了出发点。刚开始教员一直误解为学员不负责,后来又怀疑是学员们不善表达所致,最后发现,因为教员和学员都犯了将学员思维能力等同于记忆能力的错误,造成了所谓“听得明白,复述得正确”这种“皆大欢喜”的假象。教员以为学员明白了,学员也以为自己清楚了,但其实学员的“准确复述”只是因为其暂时记住了,故而当短时记忆消失时,建立在短时记忆上仅有的一点理解也随之消失。其实这种现象传统教学中也经常遇见,只不过传统教学中没有像翻转课堂教学这样和学员在课程内容学习上如此密切接触,故而教员们一直误解是学员学

生不愿意花时间去学习和理解造成的,殊不知这其实是学员思维活动没有充分展开的表象。在学习中需要教员采取各种措施引导学员通过自己的思维活动去认识新事物新知识,从而达到真正的理解和掌握。

(三) 检索和分析能力有待提高

借助于人类有史以来所拥有的最强大的社会生产工具——大规模信息网络,学员的研讨准备得有声有色。教学实践中发现,学员在研讨准备上存在两种迥然不同的态度:一种,为了使得研讨通俗易懂,大量采用了“资深版主”(或类似)发表的博文(或言论);另一种,为了增强研讨的可信度,尽可能从公开出版的书籍、课本和权威性文献中收集资料,并核对了资料来源。持第一种态度的学员,研讨时观点明确,但容易出现两个问题,一是鉴于其资料来源的可信度不高,部分结论的得出有待商榷,二是受限于“资深版主”心胸,视野和格局小。持第二种态度的学员,虽然资料来源可信度高,但暴露的问题也很突出:首先,错误将对资料的理解、整理等同为剪贴、复制,存在堆砌资料现象,研讨时缺乏观点,思维的逻辑性有待加强;其次,在海量信息包围中迷失而不自知,不是发散性太强,就是局部深度陷入,鉴别整理知识的能力有待提高。由于“军事信息技术与系统”MOOC课程内容非常丰富,涉及多学科领域,需要教员保持一个不断研究和学习的状态,从而能站在更高的层次对学员进行引导。

三、解决对策

为了提高大学MOOC翻转课堂教学效果,教员根据自己的教学实践体会,针对翻转课堂实施中发现问题提出了以下解决对策。

(一) 引导学员建立有效的等价问题链,培养其逻辑思维能力

等价问题链在数学题目的解答和论证中,其实经常要用到的^[9]。题目A是学员们不熟悉的,或是不知道该如何解答的,不过在某种程度上似乎和题目B等价,而解答B又需要知道题目C,而C的解答对教员们来说是有眉目的或者条件清楚的,这样,即使过程比较曲折,源于过去的经验和以前获得的知识,借助等价问题链,还是可以得到一个解答题目A的好思路。

以第三讲信息传输技术为例,在翻转课堂研讨之前为了让学员深刻认识数字通信系统的本质

内涵,教员们特意围绕视频授课内容“信息传输技术基本概念、信道、编码”设置了一个问题,

同时发布给学员相关素材和一系列小问题作为提示,见表1。

表1 第三讲第一节信息传输技术基础研讨题

素 材	研讨问题
<p>1841年艾伦上校在尼日河探险中发现,撒哈拉以南的非洲可以通过鼓声进行比骑马更快速的远距离通信。这个通信是由每个村庄都有的鼓完成的,这个鼓约1米长,上宽下窄,由整块木头雕成,最紧要的是要能够发出两个可以辨别的声音,彼此之间相差一个大三度。如果一个村庄、一个村庄的接力,一个钟头,消息可以传至一二百公里开外。1938年卡林顿去了非洲,了解到鼓手们传递的并不是信号,而是一种特殊的经过改造的语言。在将口语映射到鼓语的过程中,信息不可避免会丢失,因此,鼓语存在先天不足。为此,鼓手们通常会为每个鼓语单词加上“小短语”以示区分。例如 songe (月亮),会说成 songe li tange la manga (那俯览大地的月亮)。传教士罗杰·克拉克注意到虽然只有一部分人知道使用鼓来说话,但几乎所有人都听得懂。有人敲得慢,有人速度快,不同鼓手传递相同信息可能使用的“措词”不同,但没有人会说得直截了当。鼓手们不会说“别害怕”,而是“你的心提到了嗓子眼,请将它放回原处,把你的心从嗓子眼放回原处”。1943年艾尔玛说“会说话的鼓是这片未经勘测丛林中的无线电”^[10]。</p>	
<p>问题提示</p>	<p>阅读素材,研讨模拟通信系统和数字通信系统的差别</p>
<p>(1) 信息传输的载体媒介有哪些? (2) 为什么艾尔玛说“会说话的鼓”是“丛林中的无线电”? (3) 如果用通信系统的一般模型来描述,素材中用声波传播信息,其信源、发送设备、信道、接收设备和信宿分别是什么? (4) 鼓手们用简单的两个可以辨别的声音及之间的关系来传达一定的信息,本质上与模拟通信系统更接近还是与数字通信系统更接近? (5) 数字通信系统中的信源编码主要目的有哪些? (6) 为什么鼓手们使用一种特殊的经过改造的鼓语说话,而且还为每个鼓语单词加上“小短语”?是为了适合鼓声传送?还是为了消除鼓声的歧义性? (7) 数字通信系统中信道编码纠错的基本思想是什么? (8) 为什么用鼓说话时,没有人会说得直截了当?是卖弄词藻,还是为了信息的准确传输而必要的冗余重复?</p>	

分解和重组是思维的两个重要活动,要习惯相互间的转换^[11]。表1中的提示问题,是教师自己思维过程的分解,试图将研讨题知识要点的分析与提炼过程展现给学员,为学员的思维活动创造良好的条件。学员做的第一件事情就应该是重组他们,在整体理解后,不断变换思考的角度,将问题分解又重组,细细思索老师分解的意图、暗示等等,一步步将其转化为自己易于着手的问题,从而形成有效的等价问题链。然而学员过多过细的关注其中某个提示问题,对思维是一种负担,会阻碍其对要点的关注,甚至全然看不见要点。为了避免学员将注意力的焦点放在细节上,教员们在表1基础上,将提示问题又作了新转换(见表2),实施时对学员的帮助效果有显著提高和

改善。

(二) 鼓励学员养成多角度思考的习惯,培养其理论思维能力

在学习中教员要采取什么样行之有效的措施才能引导学员通过自己的思维活动去认识新事物新知识,从而达成真正的理解和掌握呢?简单有效的方法就是令其从多个角度对新事物新知识进行客观叙述、总结概括。当学员能将自己内心模糊的理解用尽可能客观的语言清晰地表达出来时,他才是真正地学会了。那么,在实践中有什么可操作的方法来培训学员客观总结的能力呢?可以对学员做一个要求:在研讨和叙述时先“消去专业术语”,最后再“回到定义上去”。“消去专业术语”作为一种重要的思维活动,同时也是训练学员转换角度客观叙述、

表2 信息传输技术基础中“模拟通信和数字通信的本质区别”等价问题链

问题提示	素材细解	启发1	启发2
(1) 信息传输的载体媒介有哪些?	声波, 电磁波, ……	只要有办法消灭歧义性, 两个可以辨别的声音就能远距离传播信息	模拟通信和数字通信的本质区别与载体无关, 与信道无关……
(2) 为什么艾尔玛说“会说话的鼓”是“丛林中的无线电”?	声波在空气中传播和无线电在空气中传播信道相同		
(3) 若用通信系统的一般模型来描述, 素材中用声波传播信息, 其信源、发送设备、信道、接收设备和信宿分别是什么?	“会说话的鼓”的通信系统模型: 信源(鼓手)→发送设备(鼓)→信道(空气)→接收设备(人耳)→信宿(人脑, 或当地听得懂鼓语的人)	“会说话的鼓”中朴素的数字通信思想: 信源编码	如何实现同步? 无论是敲得慢, 还是敲得快, 一个鼓声就是一个信息基元(类似1bit), 基于这种公共理解, 听得懂鼓语的人自动与鼓声同步。
(4) 鼓手们用简单的两个可以辨别的声音及之间的关系来传达一定的信息, 本质上与模拟通信系统更接近还是与数字通信系统更接近?	“会说话的鼓”为确保适应发送设备传输, 且被人理解采取的手段 (1) 每个鼓只有两个可以辨别的声音→类似数字基元0和1 (2) 口语→(用两个大三度的声音改造)→鼓语→类似用0和1进行编码 (3) 需要加上“小短语”以示区分→利用上下文消灭歧义性→类似数字编码中的协议、约定和规则		
(5) 数字通信系统中的信源编码主要目的有哪些?			
(6) 为什么鼓手们使用特殊的经过改造的鼓语说话, 而且还为每个鼓语单词加上“小短语”? 是为了适合鼓声传送? 还是为了消除鼓声歧义性?		“会说话的鼓”中朴素的数字通信思想: 信道编码	纠错是如何进行的? 鼓手多发几遍, 听得懂鼓语的人基于语言的理解自动纠错补漏进行的。
(7) 数字通信系统中信道纠错编码的基本思想是什么?	“会说话的鼓”确保信息传输的可靠性采取的手段→一定的冗余重复 (1) 没有人会说得太直截了当→个别鼓声没听清, 不影响整个意思的理解 (2) 一个意思要重复好几遍→第一遍没听清, 没关系, 还会有几遍		
(8) 为什么用鼓说话时, 没有人会说得太直截了当? 是卖弄词藻, 还是为了信息的准确传输而必要的冗余重复?			

总结概括的一个有效方法。例如, 假如问题是“如果认为‘会说话的鼓’本质与数字通信系统更接近, 那请解释它是如何进行信源编码, 如何进行同步, 如何进行信道纠错编码的?”这里要消去“信源编码、同步、信道、纠错编码”等专业术语, 不仅需要清楚专业术语的定义, 还要会应用它。前面的例问“消去专业术语”后转换为“‘会说话的鼓’是如何将要传递的消息进行有效变换, 使之适合利用鼓声远距离传输呢? 敲得慢, 还是敲得快对于能听懂鼓声的人有影响吗? 有哪些自然或人为因素会对鼓声的传递产生影响? 如果有其它突然发出的声音信号干扰了鼓声, 他们采用了什么方法来消除这种干扰呢?”在消除了专业术语后, 问题通常会引入合适的、明白无误(对学员自己而言)的元素来表述, 而这些新的元素和新的关系(对学员自己而言)就变得比较容易理解和解答了。这也是帮助其建立等价问题链的一个有效方法。当学员尽可能用简练语言对转换后的问题进行了解答后, 可以

让其再回到专业术语(定义)上去检验结论。“回到定义上去”是一种重要的思维活动, 如果学员之前在“消去专业术语”时对定义理解过于狭隘或者过于宽松, 那么在用尽可能客观的语言重新表述问题时难免失去双向等价性, 从而使解答偏离合理性, 为了避免这种危险, 需要“回到定义上去”检验它。无论什么研讨题, 在转换多个角度充分研究和洞察之后, 总是可以继续深化。从理论上讲, 即使是猜想, 只要是一个好的等价表述, 决不会因为鉴别而受损, 反而因检验而茁壮。从实践上讲, 再难以理解的对象, 用专业的语言、平直的语言、客观简练的语言, 叙述、总结几遍, 一定能掌握隐藏在专业术语后面对象间的真正联系和含义, 而不至于仅仅被“复述正确”的文字所愚弄。

MOOC 翻转课堂教学将学员推到了教学活动的主体地位, 然而学员能力层次并不相同, 为了培养学员的理论思维能力, 作为传统课堂主体的教员, 除了当听众、维护课堂纪律之外, 还需要作为隐藏

在学员背后的第二主体辛勤地工作：首先，在倾听学员研讨时，应该更谨慎地区分学员是有一个好的记忆还是有一个好的思路？如果仅仅是一个好的记忆，教员需要不断变换角度提问，引发学员在记忆基础上产生好的思维活动；其次，在学员没有能力做更多的情况下，应该努力将自己放置在学员位置上，不露痕迹地、顺乎自然提出一个问题（这个问题的答案学员可能已经模模糊糊的思考到了，只是不能自信地确定或者还需要一点推力来帮助其表述成型），让学员自己构思出令自己满意的回答和想法（不管引导费了多少劲，只要最后是学员自己表述出来的，就能给其带来自信，久而久之就会培养出独立思维的能力）；最后，教员还应该切合学员实际鼓励他们想象一些应用情况，锻炼其科学思维能力，

同时巩固所学知识。

（三）帮助学员拓宽科学的视野和格局，培养其创新思维能力

知识的本质是站在前人的肩膀上，不断寻求突破，从而为下一代创造新的知识。因而部分研讨问题的设置视角略高于教材，其目的就是期望能帮助学员拓宽科学的视野和格局，鼓励学员有计划地去尝试创新、突破，自我寻求建设性的解答。

以第一讲“绪论，电磁波与信号”为例。第一讲重点介绍了信息传输的重要载体——电磁波的特性，以及电磁波如何传输信息。然而，为了打破学员们的常规思维方式，教员们特意超出教材范围设置了一个问题（发布的素材和一系列小问题提示见表3）。

表3 第一讲信息传输的重要载体——电磁波研讨题

素 材	研讨问题
某次保密教育：西方某国已经研制出一种技术，即使内部网络和外部网络物理隔离，只要在同一供电网络中，敌人将某设备插入任一电源插座中，就可以通过我方电脑芯片中预留的后门，控制周围2公里范围内的电脑，窃取机密。	阅读素材，研讨基于电磁波的信息传输和传统的电力传输之间的联系和差别
问题提示	
(1) 信息传输和电力传输的载体媒介是什么？ (2) 电磁波作为传播媒介，其传播方式有有线、无线两种，其用途有哪些？ (3) 列举三个以上电磁波用于传输信息的例子。 (4) 列举三个电磁波用于传输能量的例子。 (5) 有线的电力传输系统是否可以用于传输信息？ (6) 无线的电磁波通信系统是否可以用于传输能量？ (7) 为什么通常情况下电力传输系统只传输能量？ (8) 为什么通常情况下无线方式的电磁波不用于高功率能量传输？	

选择该研讨题的学员很快抓住了素材提示信息的关键“常规电力系统仅用于传输能量，而这个案例电力系统传输的是信息，由此说明能量传输（俗称“强电”）和信息传输（俗称“弱电”）的壁垒已经打破”，并且收集了详实且真实可信的资料。在研讨前的首次沟通中，教员建议学员根据以下几个问题重新整理资料：“想给其他学员讲清楚什么？”“围绕要想讲清楚的点，哪些资料为主？哪些资料为次？哪些资料作为引申问题的参考？”更重要的是，“围绕想要讲清楚的点，哪些资料‘画蛇添足’，需要抛弃？哪些部分资料还欠缺？”第二次沟通中，学员已经梳理好了思路：先从电磁波出发介绍其是如何传输能量和信息的；接下来进一步解释“为什么电力传输系统通常采

用有线方式进行高功率能量传输，而不用无线方式？”以及“无线能量传输适用范围和条件”；最后分两小点介绍电力传输系统在传输信息方面的问题和障碍：一是介绍低压电力载波通讯的适用范围和应用情况，二是指出配电变压器对电力载波信号的阻隔作用可以作为重要地区电网泄密的重要防范措施。教员认可了学员思路后，强调要注意两点“一是考虑研讨面向的对象（其他学员）；二是主题发言时间控制在10分钟内”。最终研讨时，学员将手头素材又作了进一步裁剪，去掉了对于电力线载波通信过于深入的介绍，只保留了原理和应用案例，同时为了打破常规的无线信息传输的思维惯例，学员们还自行补充了两个

（下转第82页）