

# “武器毁伤中的力学” 新生研讨课教学实践

卢芳云, 张 舵

(国防科技大学 文理学院, 湖南 长沙 410073)

**摘要:** 针对军校大一新生特点和国防科技大学的办学定位, 我校从2012年开始规划并开设了“武器毁伤中的力学”等一系列新生研讨课。本文探讨了“武器毁伤中的力学”这门新生研讨课的教学模式, 认为可以通过现实诱发兴趣, 通过学术深化思考, 使学员同时收获知识和理念, 顺利实现从高中生到大学学生的观念转变, 并在作者开设的新生研讨课“武器毁伤中的力学”上进行了此教学模式的实践。

**关键词:** 新生研讨课; 教学模式; 力学; 毁伤效应

**中图分类号:** G642 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8874(2020)01-0110-06

## Practice of the Freshman Seminar on “Mechanics in the Damage of Weapons”

LU Fang-yun, ZHANG Duo

(College of Liberal Arts and Sciences, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** In view of the characteristics of the freshman students and the orientation of the National University of Defense Technology, a series of freshman seminars including “Mechanics in the Damage of Weapons” have been planned and opened since 2012. The teaching mode of “Mechanics in the Damage of Weapons” is discussed. It is believed that the students can acquire knowledge and ideas from the practice of arousing their interest through reality and deepen their thinking through academic studies, which make them finish the transition from middle school students to college students smoothly. This paper summarizes the teaching practice of the course “Mechanics in Damage by Weapons”.

**Key words:** freshman seminar; teaching mode; mechanics; damage effects

### 一、引言

近年来, 新生研讨课被输入到国内, 不少高校都开始设置了新生研讨课, 并把研讨课的选修作为本科期间选课的一个基本要求, 成绩纳入学分管理。按照我校对新生研讨课的定位, 新生研讨课是由知名教授专门为大一新生开设的小班专题讨论课程。一般来讲开设新生研讨课的目的主

要有: (1) 拓宽教授与新学员的沟通渠道, 增强学习兴趣<sup>[1]</sup>; (2) 体验学术研究过程, 培养创新意识和能力; (3) 完成从高中阶段向大学阶段的转换和适应; (4) 推动向研究型教学方式的转变; (5) 加强不同专业学员的交流联系, 开阔视野, 培养团队协作精神; (6) 提高语言文字表达能力和人际沟通能力。新生研讨课1959年最早出现在哈佛大学, 其大面积在美国大学推广与美国在上世纪90年代重视本科教育的改革紧密相关, 1998

收稿日期: 2019-10-28

基金项目: 2012年度国防科技大学新生研讨课建设项目

作者简介: 卢芳云(1963-), 女, 湖南长沙人。国防科技大学文理学院教授, 博士, 博士研究生导师, 主要从事武器毁伤评估和材料动态力学性能测试技术研究。

年美国卡耐基教学促进会在《重建本科教学:美国研究型大学的蓝图》(简称博耶报告)中提出面向大一新生开设研讨课的倡议<sup>[2]</sup>,这一举措也成为美国大学改革本科教育的十项重要举措之一。与其他类型课程不同,新生研讨课可以没有固定的教材,开设专题可以涉及任何学科领域,由教师依新生的特点进行自行确定。全校学生不分专业,原则上根据兴趣爱好自由选择。主要教学方式是,以小组形式与开课教授就某一专题共同开展研究,在教授指导下开展小组讨论,进行口头辩论和写作训练。应该说,新生研讨课对于老师是比较考验学术水平和责任心的,因为规定和限制较少;对于学生则是面临自主学习的挑战,因为没有了应试的压力,学生该如何保持学习的习惯?

针对我校新生进入军校后军事训练压力较大,高强度军训结束后不能迅速把重心调整到学习上,对军事科研和技术工作充满憧憬但是又不了解,能否从事科研工作的前景不明朗,部分学生丧失学习兴趣等问题,学校针对性地开设了军事特色较为明显的一系列新生研讨课。“武器毁伤中的力学”就是经过学校充分论证后首批开设的新生研讨课之一。从2012年开始,通过几年的实践和观察,我们对于如何接力高中学习模式,使大学新生在大学课堂上既感受到轻松学习的氛围,又有自主学习的压力,既品味科学又感触实际,从而顺利实现观念转变,颇有感受。

## 二、课程定位

结合学生的军校背景和自己的学科背景,我们分析,武器弹药设计和运用是力学发展的一个重要推动力,武器毁伤涉及到的两个基本过程——爆炸冲击与碰撞侵彻,都是典型的动力学过程,其中包含了丰富的力学内涵和精彩的力学现象。这些动力学过程既涉及到材料力学、结构动力学、爆炸力学、侵彻穿甲力学、热力学、辐照效应等学术问题,可以体现科学性;又明显关联和区别于高中阶段的刚体力学和静力学问题,可以体现继承性。因此,设定“武器毁伤中的力学”作为一门新生研讨课,一方面通过基本原理、典型武器、经典战例、经典故事和日常现象,引入武器毁伤中所蕴含的有趣的力学现象,启发学生思考力学学科的重要性和趣味性,激发学生进一

步去探求武器作用过程中的相关力学问题;另一方面使学员初步了解常规武器弹药的威力及其军事应用,知识结构得到完善,这将有利于未来高级新型复合军事科研人才和联合作战指挥人才的培养,也服务于本校本科生的培养目标。

“武器毁伤中的力学”面向国防科技大学全校本科新生,学生既有技术类又有指挥类。这些学生刚刚从高中生转变为军人大学生,选修这门课的学员一般都对军事技术有兴趣,他们即盼望学习更加专业和深入的科学知识,又渴望系统了解军事和作战的相关信息。这门课从最直观的常规武器爆炸、冲击等毁伤效应入手,一方面为同学们打开一片冲击动力学现象的新天地,另一方面也让同学们直接了解到在战争中杀伤和摧毁目标的主力武器装备。对于有的同学,甚至还提供了展示自己军事知识的机会。这门课让学生们一入学就迅速体会到了军校教育的特色,即:除了参与体能相关的军事训练,还有特色鲜明的军事科技。因此,同学们学习和讨论的热情都很高。

## 三、教学设计

为了实现上述课程定位,两个方面需要重点设计,一是素材选择,二是教学模式。

### (一) 素材选择

以武器毁伤的基本效应之一爆炸冲击为主线,介绍爆炸的原因、原理和相关的效应,表现形式上首先要形象生动,可感知可想象。

引言从2015年九三大阅兵上展出的武器讲起,学生们看着我国的各式先进武器,作为军校学员的自豪感和责任感油然而生。接着,我们提出问题让大家讨论这些武器原理,学生们对这门课一下子产生出了浓厚的兴趣。在进行讨论并给出大致解释后,我们引出以下5个大的专题。

专题1,以“中国人的骄傲”为题,通过火药和炸药的发明与发展历史,讲授炸药与爆炸有关的基础知识,同时结合现实如恐怖爆炸袭击等,谈爆炸的机理。

专题2,介绍冲击波,因为冲击波带来力学参数的突跃变化,我们形象地取名为“自然界中的强间断”,而这也正是爆炸冲击破坏的原因。同时学术上冲击波与声波又有着千丝万缕的联系,因此也通过声波引出冲击波的直观概念。

专题3,讨论水中爆炸,以“天安舰的沉没”

为实例,引入水中爆炸特有的现象和机理,如水射流,即媒体所称的“泡沫喷射”。同时以联系的眼光分析水中爆炸与空气中爆炸的区别和联系。

专题4,讨论岩土中爆炸,从“火山坑与陨石坑”现象入手,如美国亚利桑那州的巨型陨石坑,如月球上的环形山,对其现象和成因进行讨论。由此通过成坑现象将岩土中的爆炸效应和高速冲撞的效果联系起来,同时进一步说明能量释放规律的普适性。而这延续和拓展了在中学学到的能量守恒的概念。

专题5,以“地球上的小太阳”,来探讨核武器效应:热核反应与太阳,将日常太阳的放热发光原理和核武器氢弹的反应原理联系起来。

授课中还会顺带简单介绍一点侵彻毁伤有关的知识,比如破片战斗部引起的破片群与绚丽的烟花类比,破甲弹与穿甲弹侵彻原理和应用的差别等。这一部分作为补充专题,命名为专题6:“矛与盾的较量”,但不以此为主,以免偏离主题。

为了配合学员的课后学习,还专门订购了大众力学科普丛书之一《方方面面话爆炸》<sup>[3]</sup>,并发给同学们课后阅读。

## (二) 教学模式

“Have an enjoyable time!”是课堂上至始至终的教学氛围定位,但不是目的。新生研讨课表现形式上要生动形象,同时也要有学术深度;不能光看热闹,还要时时不忘主题:使学员同时收获知识和理念。首先通过联系思维的灌输:从实际现象到本质的联系,从日常所见到学术的联系,来诱发学员的兴趣,引发学员的思考。其次通过发散思维的助推,来诱发学员的思辨意识,引发学员的深入讨论。由此引导学员开始养成主动思考的习惯,摆脱应试思维的惯性。

### 1. 联系思维

从课程主题入手,描绘毁伤与力学的关系。

力学是什么?按照专业的定义,力学是关于力、运动、变形及其关系的科学,其研究介质运动、变形、流动的宏微观行为,揭示力学过程及其与物理、化学、生物学等过程的相互作用规律<sup>[4]</sup>。这里首先是作用力,然后是由作用力引起的后果,如运动,变形,破坏等。武器毁伤具体指是什么?弹药在终点处发生爆炸或与目标发生撞击,将自身的爆炸能(或产生毁伤元素)、动能作用于目标,对目标进行热、力效应的破坏<sup>[5]</sup>。力学与毁伤的关系体现在哪?由于爆炸,会产生

冲击波压力的作用;由于撞击,会产生动能向动态载荷的转化。由此引起材料的变形、损伤、破坏,结构的位移、破损、断裂。后者正是毁伤效应的现象。与我们所日常见到的和中学所学到的静力学现象的区别在于,武器毁伤过程往往是高速加载,作用强度大,引起大变形和变形局部化,但都脱不开作用力与运动、变形、破坏的本质。

因此,就有了一个专门的学科方向:爆炸力学。爆炸力学还是力学,用来研究爆炸与冲击动力学的相关规律,着重于冲击与高压环境下材料与结构的相关力学与物理现象。也因此有了这个学科的一个直接应用——弹药工程,弹药工程主要研究战斗部的设计、各种常规弹药战斗部本身及其爆炸形成的杀伤元素对周围介质的作用规律,包括侵彻效应、爆炸效应和目标特性等方面。于是毁伤与力学的关系顺理成章,同学们听起来也兴趣盎然。

从专题细节着力,不时引出寓学术于现实的案例。比如,冲击波与声波的关系,空中爆炸与水中爆炸的关系,撞击与爆炸的关系,破甲侵彻与穿甲侵彻的关系,核弹与太阳的关系等等。从中既对比现象,又引出共性的学术问题,体会一种恍然大悟的感觉。

### 2. 发散思维

发散思维是希望学员养成思考加思辨的习惯。

第一次课就告诉学员,不是每个问题都有唯一的答案,而且以后遇到没有答案的问题会越来越多;不是老师所说的就一定是对的,学术要讲民主和平等。由此启发学员的独立思考并大胆表达,鼓励挑战意识,保护创新潜力。

将学员分5个组,课堂上学员分组而席,便于讨论和辩论。每次课我们都会明确主题,指定参考资料,要求每个学员课后阅读思考,并做出签名的提问卡片,只要围绕主题提问不设限。每次上课,老师先根据交上来的提问卡片随机抽取,代提交卡片的同学提出问题,并由该同学点将其他组的学员回答。回答不设限,但如果回答不完整可以同组其他同学补充,如果仍不满意,可进一步邀请其他组的同学补充。这个过程中,鼓励在同学之间或组与组之间形成辩论;并且老师不时参与其中,或肯定或追问,不时带给学员一点点的成就感,或是引发更深入的刨根问底。在充分讨论的基础上,老师再做引导性讲授,最终对这个问题进行深入解惑。

我们安排学员有机会参观接触武器装备的一些实装,眼见为实。鼓励学员在实装展厅手摸眼看,随时提问,而且仍采用先是同学间相互讨论的方式,然后教员再参与其中。比如,针对实装上的某个部件,先让学员们猜测其功能,再让大家讨论为什么是这个功能,最后揭晓谜底。这个过程让学员有更深刻的印象,进一步提升了学员的兴趣和热情。

### 3. 考核要求

结课时要求每人写出自己的小论文,课程事先设计十多个小论文选题,但学员的选题可以不限于此。同时,结课时每组要求进行一次论文陈述演讲,限时15分钟。

每次课前学员需签到。根据学员的出勤情况、课堂表现、小论文与论文陈述演讲等多个方面,对学员进行综合评价并给出考核成绩。其中平时表现占总成绩的50%(到课不少于3次),提交小论文与进行论文陈述占50%。而提问卡片的准备情况也是考核学员平时表现的内容。虽免除了考试的压力,但仍注重学员的实际获得。

## 四、实践与思考

从与学员的交流可以感受到,学员对这门新生研讨课还是很满意的,课堂上一直都能感受到学员们的研学激情和思维潜力。这几年来,选课人数都在额定人数的两倍以上,有不少学生的选课是因为学长的推介,没有出现主观中途退课的现象。虽然只有5次课共20小时,但有学生在课后很长时间仍与教员保持着持续的联系和交流,也有学生到高年级时申请了有关武器毁伤方面的大学生创新项目。

教学中也发现了一些问题,有老师方面的,也有学生方面的。老师方面,主要是如何协调授课时间和讨论时间,因此会涉及到内容的调整。学生方面,最显著的问题就是学生们还没有摆脱应试教育的惯性,有的学生不是很适应自主学习、自主查阅文献的学习方式。

### (一) 教学内容的演化

#### 1. 专题聚焦

我们引发讨论的模式是“抛砖引玉”。每次课老师展开一个专题,抛出知识点,引出学员的问题,引导课堂讨论。但在课程实施时发现,为了让讨论更深入,学员参与面更宽泛,“砖”不能抛

太多,否则难以引出高品质的“玉”。为此,我们改变观念,不受计划内容的约束,回归新生研讨课的宗旨,避免满堂灌,注重学员思维训练和理念转变。

通过精炼教学内容,聚焦热点问题,来调整教学节奏。在进行课程设计的初期,本门课考虑了常规武器的两种基本毁伤效应,爆炸与冲击和侵彻毁伤。第二期课程开始就聚焦于爆炸与冲击一个主题。同时,为了系统和全面理解爆炸效应,专门添加了核武器的爆炸毁伤,使专题的系统性更集中,讨论也更透彻,理解更深刻。

### 2. 与时俱进

过去的五年,国际上军事争纷不断,恐怖事件频发,都会带来军事科技的一些新信息。我们的课程内容也与时俱进地跟进。比如波士顿马拉松赛爆炸事件,叙利亚冲突中典型战例等,都可以带给学员现实的军事教育。另外,一些爆炸事故,如天津大爆炸、河南连霍高速公路大桥爆炸坍塌等,也可以为学员理解爆炸当量与作用范围提供直接的案例。

抗战胜利70周年的大阅兵更是带给世人以强烈震撼,一批我国自研的先进武器装备高调亮相,大展国威,引发了全国人民的自豪感。我们的课程也及时加入阅兵的元素,给学员讲述一些武器装备研制背后的故事,引起了热烈的反响。

为了开拓眼界,几乎每期课程我们都会有一个外请专家的讲学。如请到参考教材“方方面面话爆炸”的作者、国家杰出青年基金获得者、北京理工大学宁建国教授亲临课堂讲课;如让同学们亲耳倾听了我国末敏弹的总设计师、西安203所杨绍卿院士的学术报告,从而近距离感受到了大师的学术风范。另外,我们还请到相关专家进行专题讲座,如请我校蒋邦海老师专题介绍核爆炸基础知识。他山之石可以攻玉,这些脑洞大开的学术交流,使学员的思考和思辨有了更广阔的发散空间。

### (二) 教学模式的跟进

#### 1. 走出应试

学员们刚经历了高考,习惯于应试教育的思维是可以理解的。我们要做的就是让他们相信,并非世间所有的事情都可以有 $1+1=2$ 的唯一结果。在强化发散思维的同时,及时肯定学员们的思考。首先是敢想,思维不受约束,才可能迸出创新的火花。因此引导和鼓励并举,帮助学员走

出应试教育模式的惯性。

## 2. 自主学习

对于学生不太适应自主学习的问题,除了灌输大学学习模式的理念外,再通过“示范+放手+督促+交流”的过程,帮助学员养成自主学习的习惯。比如,作为研究型学习和思维训练的一个环节,要求学员完成一个小论文,我们先提供选题和模板作为示范,同时规定写作要素;但鼓励学员不局限于此,通过自主明确主题,放手调研,独立完成相关工作;明确时间节点要求,通过限时检查写作情况来督促进展。最后进行同学间的互评互学和交流,老师给出点评。基本实现全过程自主研究和学习。

这个过程中暴露出的问题主要是,在需要自行查阅文献学习的内容中,存在查阅文献偏题和查阅文献不专业、不权威的问题;对于要求阅读的文献存在阅读不深入不认真的现象。这些问题的存在,与学员的自主学习意识有关,也与学员对问题的理解是否到位、文献调研的技能是否具备和文献查阅的时间是否有保障都有关系。能力的培养非一蹴而就,后续培训的持续跟进是非常需要的。

## (三) 思考与建议

纵观几年的上课实践我们认为,要全面实现开设新生研讨课的初衷,以下4个方面需要特别注意。

### 1. 用激情点燃新生求知热情

新生青涩单纯但充满朝气,既有刚换新环境的惶恐,又有对新变化的向往,眼中闪烁着阳光和激情,但也很容易受到新环境的影响。“好的开始是成功的一半”,新生研讨课是新生最早接触教授或名师的大学课程之一,正是帮助新生顺利度过角色转变的重要时期,因此作用更显突出,有可能影响到学生今后对整个大学生活的认知定位。同时我校新生研讨课是选修课程,重点面向对特定领域感兴趣的新生,这些学生往往对课程内容抱有憧憬和期待,老师的激情与学生的感受同步起来,可以更好地激发学生的兴趣和探索精神,保护这种纯真,引导他们健康成长。

### 2. 用名师引导新生独立思考

学校安排知名教授担任新生研讨课老师,一方面体现了对新生的重视,希望能够让新生得到更深入的认识、获得更宽广的视野。另一方面也希望新生研讨课成为学校向新生展示科研和教学

实力的一面招牌。主讲老师一般会有比较充沛的知识储备,包括学术储备和信息储备,这一方面是老师自信的根源,另一方面也是言传身教的需要。本身课堂上就鼓励学员发散思维,那么学生的问题和思想就可能远超过预想,这时个人学术底蕴的重要性就凸显出来了。今天的学生知识面较宽,又有发达的网络信息,因此老师的知识更新和与时俱进,是与学生交流的一项基本功。当然老师还应该要有谦虚好学的态度和气度,不耻下问不失大师风范,反倒凸现严谨求实的治学态度。同时也可以给学生表现自己的空间,对于塑造学生的独立思维、保护创新意识不无裨益。

### 3. 深度广度和灵活度要兼顾

新生研讨课同时担负了引导新生学习方式转变、甚至启发新生科学研究的任务。学生从高中进入大学,因此教师在准备过程中要更加用心。正如前面归纳的,首先要有课程内容的整体设计,体现知识的系统性和聚焦性;进一步则需要根据教学进程进行必要的调整,对于新生研讨课,必须同时兼顾讨论的深度与广度和教学内容的知识点。应该说,教学的成效是通过学生的实际收获反映出来的,因此精选教学内容十分关键。另外,时间把控也是重要的教学技巧,这更需要在讲授与互动方面做出恰到好处的设计。合理的课堂设计是圆满达成各项教学成效的基本保证。

### 4. 研讨启发与检查督促相结合

现在的学生聪明、自信,但是有可能缺乏足够的自觉性。新生在大学的学学习不像在高中时有班主任严格的监督,如果学生缺乏自觉性很容易放纵自我,荒废学业。学习如同逆水行舟,老师应当成为那个推舟的人。因为新生研讨课的主要目的是启发学生,并不想带给学生太大的压力,但放任学生是不负责任的表现。因此,通过全员参与的思考、广泛互动的讨论、必要的考勤和适时的学业检验,来推动学员学习的自觉性,保证学员学有所获。变压力为动力不失为促进学员顺利成长的良好模式。

## 五、结语

总之,新生研讨课需要灵活施教,既要有学术但又不能局限于学术,否则会陷于枯燥;既要有现实但又不能局限于现实,否则就会流于科普。通过现实诱发兴趣,通过学术深化思考,才能使

学员同时收获知识和理念,顺利实现从中学生到大学生的观念转变。2018年新时代全国高等学校本科教育工作会议的召开,吹响了我国高等教育改革的号角。高等教育强调“以本为本”,建设中国特色、世界水平的一流本科教育成为近期高等教育工作的工作重点<sup>[6]</sup>。本科新生研讨课应该借此契机,勇于探索、大胆创新,为推进本科教学改革贡献智慧,为培养本科新生的科学精神、激发学习兴趣做出更多努力。

#### 参考文献:

- [1] 黄爱华. 新生研讨课的分析与思考[J]. 中国大学教学, 2010(4): 58-60.
- [2] 温伟力. “博耶报告”影响下的美国研究型大学本科教育改革[N]. 科学时报, 2011-07-26(B3).
- [3] 宁建国. 大众力学丛书——方方面面话爆炸[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [4] 詹世革, 张攀峰. 国家自然科学基金力学学科发展现状和“十三五”发展战略[J]. 力学学报, 2017(2): 478-483.
- [5] 卢芳云, 蒋邦海, 李翔宇, 等. 武器战斗部投射与毁伤[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 16.
- [6] 王玉凤. “不抓本科教育的高校不是合格高校”——新时代全国高等学校本科教育工作会议侧记[N]. 中国教育报, 2018-06-22(001).
- (责任编辑: 陈勇)
- 
- (上接第10页)
- [14] U. S. Air Force. AFDDI - 1 “leadership and force development” [EB/OL]. (2011-11-08) [2017-11-29]. <http://www.aetc.af.mil>.
- [15] Air Education and Training Command. An AETC vision for learning transformation [EB/OL]. (2013-02-28) [2017-11-29]. <http://www.aetc.af.mil>.
- [16] Darryl Roberson, Matthew Stafford. The Redesigned Air Force Continuum of Learning: Rethinking Force Development for the Future [M]. Maxwell AFB, Alabama, U. S. : Air University Press, 2017.
- [17] Army Training and Doctrine Command. TP525 - 8 - 3 “Army Training Concept 2012 - 2020 ” [EB/OL]. (2011-01-07) [2014-01-05]. <http://www.tradoc.mil>.
- [18] Army Training and Doctrine Command. Pam525 - 8 - 2 “Army Learning Concept for 2015” [EB/OL]. (2011-01-20) [2014-01-05]. <http://www.tradoc.mil>.
- [19] Army Training and Doctrine Command. TR350 - 70 “Army Learning Policy and Systems” [EB/OL]. (2017-07-10) [2018-01-25]. <http://www.tradoc.mil>.
- [20] Army Training and Doctrine Command. TP 525 - 8 - 2 “The U. S. Army Learning Concept for Training and Education for 2020 - 2040” [EB/OL]. (2017-04) [2018-01-25]. <http://www.tradoc.mil>.
- [21] Sailor 2025 [EB/OL]. (2017-12-06) [2018-01-25]. [https://www.navy.mil/navydata/people/cnp/Burke/Resource/Sailor 2025](https://www.navy.mil/navydata/people/cnp/Burke/Resource/Sailor%2025).
- [22] A Design for Maintaining Maritime Superiority [EB/OL]. (2016-01-11) [2018-01-25]. <https://www.military.com/military-report/a-design-for-main>.
- [23] U. S. Fleet Forces Command. Vision and Guidance for Ready Relevant Learning [EB/OL]. (2017-08) [2018-11-10]. <https://www.public.navy.mil/usff/rrl/rrl-vision-and-guidance-final>.
- [24] Department of the Army. AR350 - 1 “Army Training and Leader Development” [EB/OL]. (2011-08-04) [2014-04-29]. <http://www.tradoc.army.mil>.
- (责任编辑: 王新峰)