

《武器战斗部投射与毁伤》课程的演示与仿真教学

蒋邦海, 张 舵, 李翔宇, 林玉亮, 卢芳云

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 为提升《武器战斗部投射与毁伤》的教学效果, 将演示与仿真教学方法引入到教学实践中, 主要教学方法包括视频演示、数值模拟演示和仿真软件互动。对各教学方法的特点和教学效果进行了讨论, 并根据教学实践总结了存在的不足之处, 提出了改进方向。

[关键词] 演示教学; 武器毁伤效应; 战斗部结构与原理

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2013)SO-0106-03

The Teaching Method in "Delivery and Lethality of Weapon Warhead" by Display and Simulation

JIANG Bang-hai, ZHANG Duo, LI Xiang-yu, LIN Yu-liang, LU Fang-yun

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

Abstract: In order to improve the teaching effects of the course of "Delivery and Lethality of Weapon Warhead", a series of the teaching methods by means of display and simulation was introduced, in which displaying video, numerical simulation and interactive simulation software were included. The characteristics and teaching effects of the teaching methods were discussed, in addition, some defects and improving opinion were presented.

Key words: teaching by display; weapon effects; structure and mechanism of warhead

一、引言

合训公共课《武器战斗部投射与毁伤》是国防科学技术大学首批四门联合作战科技基础系列课程之一, 也是学校重点建设课程, 由理学院工程物理研究所工程力学教研室负责建设和实施教学。^[1]自2008年以来, 经过课程论证、内容设计、教材编撰、课件制作和学院试讲等一系列环节, 于2012年春季学期开始首轮授课。从学校及学院机关、教学督导组的反馈来看, 教学质量良好。由于教学内容紧密联系武器弹药的科学原理, 军事工程背景强, 该课程也深得学员喜爱。

2013年是课程教学运行的第二年。根据前期的教学准备和教学实践, 工程力学教研室的《武器战斗部投射与毁伤》课程教学团队积累了一定的教学经验, 尤其在利用多媒体和计算机进行演示仿真辅助教学方面有一些初步的心得。本文将对课程中用到的演

示和仿真教学方法进行简要回顾, 并总结其积极和不足之处, 希望能对其他课程教学起到一定的参考和借鉴作用。

二、教学需求分析

《武器战斗部投射与毁伤》重点讲授战斗部结构原理和毁伤效应的有关科学知识, 在教学中, 教员经常需要对战斗部毁伤的物理现象作详细描述, 由于这些物理现象涉及冲击波、高速撞击、材料急剧变形等瞬态动力学过程, 远离学员的日常生活经验, 所以学员们常常难以深入认识毁伤现象的物理实质, 对关键科学原理的掌握也有所欠缺。这就需要积极利用现代的多媒体资源和计算机技术辅助教学, 广泛利用视频、数值模拟方法、互动软件等手段进行演示和仿真教学, 将武器毁伤所涉及的瞬态动力学过程以适当的速度, 用更加清晰和直观的方式展示给学员, 使学员获得深刻的感性体验, 从而为其后续的理性分析打下

[收稿日期] 2013-08-05

[基金项目] 国防科学技术大学“985工程”本科教育教学研究项目

[作者简介] 蒋邦海(1977-), 男, 四川宜宾人, 国防科学技术大学理学院副教授, 博士, 主要研究领域为武器毁伤效应分析与评估。

坚实的基础。课程教学团队的实践证明,适当且针对性的演示与仿真教学,能在说明战斗部毁伤的物理现象和阐明关键科学原理方面起到事半功倍的积极作用。

三、主要的演示与仿真教学方法

(一) 视频演示

从课程论证设计阶段开始,课程教学团队就开始有步骤有计划地进行了视频收集工作,目的是利用典型视频,清晰地说明战斗部毁伤的物理现象,帮助学员尽快地建立物理图像,有利于数学模型的建立和分析。视频收集渠道主要是互联网,也包括教员在科研活动中获得的部分装备试验视频(按保密要求,有限制、有删节地进行演示)。事实证明,这些课堂视频演示大大提高了有关知识点的教学效率。

以炸药爆炸现象为例,由于该过程极其快速,在几十微秒或稍长时间内发生,凭学员的自身感受经验,一般只能形成类似“有火光,伴随巨响,形成浓烈烟雾”等粗浅的认识,较难建立起形如“炸药爆轰,爆轰产物急剧膨胀,由此在介质中激发爆炸冲击波向四周传播”这样的物理机制图像。使用炸药爆炸的高速摄影视频来演示,不但能够直观展示上述物理机制的生动图像,同时让学员形成深刻的印象。每当学员看到视频中炸药爆炸形成冲击波的波阵面被光学手段拍摄到时(如图1),都会集体发出惊呼和感叹。



图1 炸药爆炸高速摄影图像

又如在讲解水中爆炸时,都会提到水中爆炸所特有的气泡脉动现象,教员适当的语言讲解是必要的,但是当学员们看到水中爆炸形成气泡脉动的高速摄影视频时,不但深刻认识到气泡脉动过程,还会获得“气泡不断上浮、变形,最终溃灭形成水射流”这样的扩展信息。

针对每一章的教学内容,课程教学团队都收集有代表性的视频演示资料,目前总体数量还在增加,形成了规模效应。视频内容覆盖所有教学内容,不但涉及到爆破、破片、破甲、穿甲等常规弹药的投射与毁伤,也涉及激光、微波等新概念武器;视频以武器弹药的装备试验过程、实战攻击过程、爆炸毁伤景象为主要内容,同时也有部分科普性的短片和趣味实验场景等。从学员反映来看,视频演示教学达到了很好的教学效果。

(二) 数值模拟演示

如果说视频演示可以归为“看热闹”阶段,那么使用爆炸力学常用的数值模拟工程软件(如ls-dyna、Autodyn等)对战斗部驱动毁伤元素的过程、毁伤元素毁伤目标的过程进行数值模拟和仿真^[2],则可以输出更加精细的演示动画,给学员展示出一些实际摄影无法给出的定量数据及其分布(比如弹靶压力分布、速度分布、温度分布等),这样学员就能从“看热闹”上升的“看门道”阶段。

在教学中,课程教学团队根据自身科研经验,同样使用了大量的工程软件算例结果作为演示资料呈现给学员,给出了关键参数的定量数据,使学员对毁伤的物理现象有了“量”的把握,对科学原理的掌握又上了一个层次。图2展示了聚能装药战斗部(俗称破甲弹)的金属射流形成过程的数值模拟结果,大多数学员观看后都自觉对物理过程有了深入认识,通过定量的比对,能深刻记住“射流头部速度能达到7000-8000m/s”这样的定量数据。

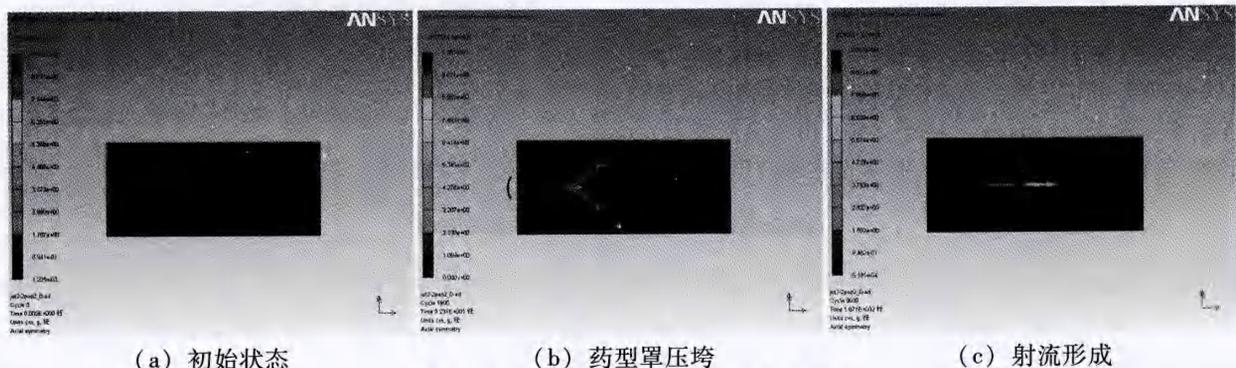


图2 聚能装药战斗部的金属射流形成过程

(三) 仿真软件互动

演示仿真教学的又一组成部分是开发辅助教学的毁伤仿真软件,利用软件的可视化功能和互动性来加强教学效果。上述的视频演示和工程软件计算结果演示在互动性方面都有欠缺,而在战斗部毁伤效果分析中,有很多问题涉及到大量参数组合的影响,仅对少数工况进行演示还是难于反映全面效果。以爆炸冲击波作用于目标的超压大小分析问题为例,首先爆炸冲击波超压一般与爆炸当量、冲击波传播距离有关,从精细考虑还和炸高有关,但这还没有考虑冲击波对目标反射,如要考虑这个因素,则目标的形状尺寸、位置朝向等等都是影响因素,教员单方面的演示很难穷尽所有的工况。

为解决这个问题,课程教学团队结合自身的科研实践,针对武器毁伤的物理机制进行数学建模,并利用计算机图形界面技术、可视化技术进行软件设计,编制形成互动性好的仿真教学软件。在教学中,根据具体问题,鼓励学员利用这些仿真教学软件来分析,通过以学员为中心的互动,提升学员的能动性,使其饶有兴趣并自觉地对问题进行分析,设置多种参数条件,观察这些参数条件对毁伤效果的影响。在该软件中,弹和目标的类型、交会参数(包括弹的终点速度、与地面夹角、方向角、目标位置、朝向)等都是可以利用图形界面临时设置的,具有较好的互动性。学员们都愿意对软件进行操作,测试各种工况的毁伤效果,同时也对有关科学原理有了全面的了解。

四、存在不足与改进方向

在课程的演示和仿真教学方法中,视频、数值模拟工程软件、互动仿真软件是“三位一体”的,起到了互相支撑的重要作用,总体上已达到较好的教学效果,但是仍有下述的一些不足并需要改进。

(一) 视频收集有余,自制太少

课堂演示视频已经收集了不少,但是由于其大多来自于互联网,在针对性方面还不能面面俱到,而且画面质量也不太好。目前这些视频中属于课程教学团队自行制作的还非常少。课程教学团队拟根据自身教学科研实践,在一定程度上对一些毁伤试验的过程、试验效果进行自行拍摄制作,以满足视频演示教学中

的针对性的需要。

(二) 工程软件演示的简单工况多,实际应用工况少

数值模拟工程软件的演示中,大多针对比较简单的工况(主要是一些理想化的条件),对实际应用工况的演示还太少。这主要是因为实际应用工况涉及的条件非常复杂,工程软件分析的周期长,因而用于教学还非常少。课程教学团队拟对一些有价值的实际情况进行工程软件的计算和分析,并展示计算结果,以期对部分实际毁伤情况进行定量说明。

(三) 教学仿真软件还有局限,有待进一步开发

教学仿真软件的研制周期也比较长,目前的教学仿真软件也仅能对冲击波、破片对目标的仿真效果进行仿真,对穿甲侵彻、射流侵彻的毁伤仿真还没有能力,因而也具有一定的局限性。课程教学团队将在下一步结合相关课程建设项目、实验室建设项目,结合校内外的有关力量,对教学仿真软件进行进一步的开发研制,以获得更好的效果。

五、结束语

《武器战斗部投射与毁伤》课程教学内容大量涉及冲击波、高速撞击等瞬态动力学过程的描述,使用演示与仿真教学方法能够增强学员感性体验,有利于后续的理性分析。课程教学团队根据课程教学需求,在实践中探索出了几种演示与仿真教学方法,包括视频演示、数值模拟演示和仿真软件互动。实践表明,演示与仿真教学能够极大提高本课程的教学效率,学员反映很好。目前,课程教学团队在视频制作、工程软件应用、仿真软件开发等方面还存在不足,将在进一步的教学实践中不断改进。

[参考文献]

- [1] 李翔宇,卢芳云,等.《武器战斗部投射与毁伤》课程建设初探[J].高等教育研究学报,2011(34):61-62.
- [2] 杨秀敏.爆炸冲击现象数值模拟[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2010.

(责任编辑:卢绍华)