



故障树分析方法在实验教学质量评定中的应用与改革

王智德¹, 江俐敏², 夏元友¹

(1. 武汉理工大学 土木工程与建筑学院, 武汉 湖北 430070;

2. 武汉职业技术学院 建筑工程学院, 武汉 湖北 430074)

摘要: 为了进一步改善学院土力学实验课程教学质量, 基于实验教学质量评定结果, 提出采用故障树分析法来判断实验教学中存在的问题。通过案例阐述了故障树分析法在土力学实验课程教学中的具体实施情况, 针对存在的问题提出相应的改革措施。分析表明, 故障树分析法引入到实验教学质量评定中, 能更好地识别实验教学中的薄弱环节和发现的问题, 有助于完善实验教学质量评定标准体系, 健全实验教学质量考核模式和运行机制, 促进实验教学的进一步发展。

关键词: 故障树分析法; 土力学实验; 成绩评定; 教学改革

中图分类号: G642.423

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2020) 05-0082-04

土力学实验课程是土木工程专业中一门非常重要的实验课, 其实验项目内容多, 各实验项目的操作有一定的难度^[1], 考虑到在教与学方面存在各种问题, 基于目前的研究现状, 对土力学实验教学改革也越来越重视^[2-3]。因实验教学质量考核内容广泛, 涉及的成绩评定影响因素较多, 现阶段如何形成适应性更强的成绩评定标准, 以及健全实验教学质量考核模式和运行机制逐渐成为土力学实验课程教学中的一个重要研究课题^[4]。

故障树分析法作为解决各种复杂问题的一种方法, 其理论技术越来越强, 应用性越来越广^[5], 本文将

该方法引用到实验成绩评定中, 通过识别实验课程中薄弱环节, 发现实验教学中存在的问题, 进而提出相应的改革方案来提高土力学实验教学质量, 达到培养学生创新能力和实验操作技能的目的。

一、土力学实验教学的现状

土力学实验课程作为工科高等院校实践教学的重要课程之一, 也是土木工程专业必不可少的一门基础实验课程, 大部分工科院校从课内实验已经转变为独立实验课程, 目前土力学实验存在的主要问题有以下几方面。

收稿日期: 2020-06-29

基金项目: 2017年湖北省教育科学规划课题“基于教师专业发展的课程教学自我诊断研究”(项目编号: 2017GB167); 2017年武汉理工大学教学改革研究项目“高校实验课程教学质量评定和改革—以土力学实验课程为例”(项目编号: w2017049); 2019年武汉理工大学教学改革研究重点项目“土木工程专业课程与数值模拟应用的融合创新及实践”(项目编号: w201914)。

作者简介: 王智德(1983-), 男, 湖南湘乡人, 武汉理工大学土木工程与建筑学院副教授, 研究方向: 实验教学与管理; 江俐敏(1983-), 女, 湖南湘乡人, 武汉职业技术学院建筑工程学院讲师, 研究方向: 土木工程类专业教学; 夏元友(1965-), 男, 安徽合肥人, 武汉理工大学土木工程与建筑学院教授, 研究方向: 教学与管理。

(一) 实验教学不够重视

土力学课程在土木工程专业课程中的难度系数是相对较大的,培养计划中要求学生掌握的理论内容相比实验内容更多,且大部分实验内容只需按土工操作规程即可完成,给大部分学生的印象是理论比实验重要,这是导致学生对实验教学不重视的原因之一。另外,由于学院土力学场地有限,实验教师人员相对偏少,学生又多,只能分批分组进行,在实验过程中难免会不能照顾到每位同学,部分同学只看不动,认为实验操作简单,眼高手低,也是造成学生对实验课不重视。再者,一般土力学成绩评定取决于平时签到考核和实验报告两部分,大多情况下,只要学生提交了实验报告,且不管是否存在抄袭现象,教师在成绩评定时都会考虑合格以上,这样,大部分学生不用担心成绩不合格,这也是造成学生重视的原因。

(二) 实验项目安排不合理

目前学院土力学实验课程主要分为四个专业实验项目,包括土的液塑限实验、固结压缩实验、直接剪切实验和三轴剪切压缩实验,每个实验项目计划4个学时,总共为16学时。在实际的土力学实验中,以上四个专业实验项目都涉及到专业基础实验内容,如土的筛分、含水率测试、密度测试等内容,4个学时内要完成单个专业实验项目和专业基础实验的全部内容,在时间上相对是有点紧迫的,对学生最大的影响是操作时间减少。因此,一般情况下由教师提前帮学生准备,导致学生在专业基础实验内容的理解和操作都有所欠缺。除此之外,四个专业实验项目开展的时间一般是基于理论授课进度分阶段开展,这样难免会造成部分专业基础实验内容多次重复的现象,且大部分专业基础实验相对简单,学生易掌握,这样导致学生对整个实验项目的效率不高。

(三) 教学模式欠完善

自学院将土力学实验课成为独立实验课之后,理论与实验部分的培养方案有所不同,分别对应着不同的教学大纲,对学生的培养目标也有所差异,理论课教师授课主要以其基本原理为主,涉及的实验部分介绍的不多,而实验教师授课主要以实验方法和设备操作为主,对其原理部分介绍的不多,如遇到某个知识点,理论教师和实验教师可能会忽略或者出现重复讲解的现象。其次,目前的授课模式单一,主要以教师在实验室内现场指导为主,多媒体教学用得较少,且随计算机技术越来越先进,高校开展虚拟仿真实验项目也逐渐在增加,传统的现场指导方式对学生实验前的预习环节效果没有后者强,学生在实验前预习环节的效果达不到预期的目标。

二、故障树分析法在土力学实验成绩评定中的案例

基于故障树分析思想,通过实际案例建立土力学实验成绩评定故障树逻辑关系,对各考核指标展开分析,寻找导致最终成绩偏低的指标,识别实验教学中存在的问题,开展的主要工作如下:

(一) 故障树分析法

故障树分析法是从上往下演绎式分析法,从最底层不希望出现的状态到最顶层失效事件,即寻找顶层发生的所有可能因素,按一层层关系直到追踪到基本因素为止,用树形逻辑图描述各因素间的逻辑关系^[9]。该分析方法既可以从定量角度进行分析,将基本因素的概率综合得到顶层失效概率,也可以从定性角度,将导致顶层失效的基本因素找出。

基于该分析方法的思路,在土力学实验课程教学中从评分与评分因素之间的关系出发,在实际案例基础上建立土力学实验成绩评定故障树逻辑关系。针对影响评分的因素展开分析,考虑在土力学成绩评定体系中,学生的最终实验成绩主要由作为一级指标的四个实验项目成绩综合而成。在此基础上,将一级指标其细划为若干二级考核指标,依实验具体情况进一步细分为三级考核指标。通过展开分析,确定薄弱环节,针对存在的问题再开展相应的教学改革。

(二) 实验教学成绩评定基本因素

以本校岩土jd1601班为例,将土力学实验课程成绩评定作为数据基础,参与实验成绩考核的最终人数为38人,全班平均成绩为80.21,其中90以上占比15.8%,80-89分占比42%,70-79分占比31.6%,60-69分占比10.5%,60分以下占比0%。

根据实验成绩评定体系方法,全班实验最终评定成绩用A表示,最终成绩分别由四个专业实验项目组成,作为一级指标,用 B_i 表示,每个专业实验项目由不同的考核指标如实验前的预习环节、实验操作过程环节、实验数据整理环节和实验报告环节组成,作为二级指标,用 C_i 表示。除此之外,对于实验内容相对复杂的,将二级指标进一步细划为三级指标,如实验原理的掌握、设备操作规范性、数据分析能力、实验创新表现等,用 D_i 表示。基于故障树分析法,建立故障树的逻辑关系,依次按各个基本因素对顶层事件的影响进行分析。

考虑总体和局部两方面,拟采用两种方式来开展实验教学成绩评定分析,通过成绩评定寻找实验教学中存在的问题。

第一,总体分析。以全班实验最终评定成绩平均分为A,代表顶层事件,从上往下对每项指标进行逐渐判断,该成绩由四个实验项目组成,四个实验项目成绩各占25%,依次为 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 ,代表为中间事件;每个实验项目从又分为 C_1 、 C_2 、 C_3 、……、 C_X ,代表基本因素。故障树建立后,再根据各个基本因素

对顶层事件的影响进行分析。

第二,局部分析。以单个实验项目的得分为例,将实验项目最终评定成绩为B,为顶层事件;组成单个实验项目的不同二级考核指标为C1,C2,C3,……,Ci,代表中间因素;三级指标D1,D2,D3,……,Di为基本因素。故障树建立后,再根据各个基本因素对顶层事件的影响进行分析。

(三)逻辑推理诊断结果

按故障树原理,采用逻辑推理诊断法对实验成绩分数偏低的指标进行分析。两种方式的诊断结果分别如下:

第一种方式的结果分析,考虑将全班实验成绩最终评定平均分为顶层事件。通过对全班实验数据分析,得分最低的专业实验项目为土的液塑限实验,其次是土的直接剪切实验。液塑限实验项目最大的缺点是实验操作过程环节的得分率低,该专业实验项目涉及到的专业基础实验内容较多,操作相对复杂,如土的筛分、含水率测试。一方面,在实际的实验教学过程中,由于实验学时的限制,土的筛分实验主要是由教师提前完成,往往没有更多的时间单独安排,所以学生一般不参与,很多学生对土样的制作过程不熟悉;另一方面,学生对土体的液限和塑限含水率概念模糊,实验过程中难以准确把握。土的直接剪切实验体现在学生的实验报告环节得分率不高,因为剪切实验操作简单,实验时间短,但实验数据记录和处理难度大,大部分学生眼高手低,对实验的原理缺乏深入理解,尤其是针对土的直接剪切设备在实验过程中的缺陷,如剪切过程中人为设定的剪切面对数据的影响,剪切面上应力分布不均等现象都缺乏一定的思考,导致该部分的得分率普遍不高。

第二种方式的结果分析,考虑将单个实验项目的得分作为顶层事件,通过对全班单个实验项目成绩的数据分析,以土的直接剪切实验项目为例,完成数据整理分析,该项目的实验操作过程中的设备操作规范性得分率最低,其次是数据处理得分率偏低。与操作动手能力分数偏低相关的主要原因是学生在实验前缺乏很好地预习,一方面,分阶段安排专业实验项目,会导致部分专业基础实验内容在不同的专业实验项目中会重复出现,如土的含水率、土的密度实验等内容占用现有专业实验项目的时间,会给学生操作时间会大大减少。另外,虽然仪器操作简单,由于实验的操作规范性不强,部分同学在实验过程中习惯看一步做一步,造成实验效率低,数据准确性也不高。再者,土的直接剪切一般不得少于4个样,其剪切过程的数据量大,不同实验条件下的曲线有差异,尤其是学生对土样变形与应力大小对应的关系理解不透时,极易造成数据处理错误,如最常见的问题是应力环上百分表读数功能对应着两种含义,一是通过百分表读数变化对应着应力环变形,具

体表现为土体剪切应力大小,二是由于剪切过程中抗剪强度对应的而剪切位移。除了土的直接剪切实验项目存在问题外,还有土的液塑限实验项目,该项目主要存在的问题是实验数据误差较大,其主要原因也是由于学生操作动手能力欠缺,如土样在搅拌过程中不均匀,导致最后锥尖入土深度测试数据产生偏差。由于篇幅有限,不对专业实验项目存在问题一一解释。

三、基于故障树分析结果在实验教学教改中的几点思考

为了在土力学实验教学中充分发挥故障树分析法的作用,完善实验教学质量评定标准体系,达到提高教学质量目的,针对实验成绩评定中的几个薄弱环节和发现的问题出发,提出以下几方面的思考:

(一)实验预习环节

通过故障树分析方法,发现实验预习环节存在的问题较多,提出在开展土力学实验前进行二项准备工作。一是利用学生课余时间,让学生参与到土样的制作环节,包括土的筛分、击实试验和不同含水率配置等一系列专业基础实验,让学生清楚后阶段实验是如何具体开展;二是在开展实验前,利用多媒体资源或者虚拟仿真试验室,提前对具体的实验项目开展视频教学,了解其操作过程,在加强实验理论的讲解的同时,通过结合理论知识,让学生初步掌握实验的操作流程,扩大学生的知识面,这样既可以规范实验操作步骤,又能减少在操作过程的失误。

(二)优化实验项目内容

实验效率低是每一届学生体现出来的弱项,也是得分频频偏低的原因。为了提高实验效率,建议将四个实验项目集中安排在实验周,这样,土样的制作可以考虑批量进行,由于制样的时间短,彼此影响较低,如安排土的固结压缩实验和土的直接剪切实验可以安排在同一天,所需的试样性质基本相同,不会存在很大差异,可以从制样的角度大大提高后阶段的实验效率。另外,可以考虑从两方面对实验项目适当地补充和优化,一方面是将适当地增加土力学专业基础实验内容来达到对专业实验的补充,如增加土的筛分实验、含水率测试实验等等;二是对实验过程中操作难度系数大、实验成功率低的项目适当地增加多媒体演示或开展虚拟仿真项目进行优化。一方面可以激发学生的兴趣,提高学生的操作动手能力和创新思维;二是能够达到培养学生综合设计能力的目标。

(三)重视培养意识

在实验教学过程中,明确教师与学生之间的关系,坚持以学生为主,教师为辅,充分培养学生的自主操作能力,将原本是学生动手的环节交还学生处

理,如在土样的制取过程、试样的切取环节中,教师应淡化服务工作,强化培养思想;另一方面是要改变以往以签到 30%和实验报告 70%来综合成绩的做法,不同的实验项目中,学生操作动手能力普遍存在一定的弱势,注重学生在实验操作过程中的表现,关键操作环节中教师只需作一定的引导,启发式提醒,重在培养学生的操作动手能力,引导学生发现问题、思考问题、解决问题,提高学生的创新能力,达到加强自身的专业素养的目的。

四、结语

土力学实验作为土木工程类重要的专业实验课程之一,其成绩评定方法复杂,本文基于实际案例,采用故障树分析法建立了实验成绩评定的故障树逻辑关系,判断引起实验成绩分数偏低的因素,并针对存在的问题提出相应的改革措施。该方法对寻找实验教学中存在的问题发挥着较好地作用,能更好地识别实验教学中的薄弱环节和存在的问题,有助于提高学生创新和操作动手能力,完善实验教学质量

评定体系,提高土力学实验教学质量,进一步促进实验教学的稳步发展。

参考文献:

- [1] 高磊,龚云皓,宋涵韬.土力学实验教学中存在的问题与改革建议[J].实验技术与管理,2017,(7):200-206.
- [2] 左明汉,李利,张伟.本科院校土木工程专业土力学实验教学改革探索[J].实验室科学,2012,(1):20-22.
- [3] 胡标,刘振英,王庆平,等.工程教育专业认证背景下工程类专业实验教学改革探索[J].华北理工大学学报(社会科学版),2020,(3):104-108.
- [4] 杨风开,程素霞.基于 AHP 的设计性实验成绩评分方法[J].实验室研究与探索,2019,(6): 210-213.
- [5] 梁丽芳,韩冰.故障树分析法在高频电路实验教学中的应用[J].实验科学与技术,2018,(2):146-149.
- [6] 任颖,李华伟,张杰.基于故障树分析法的软件测试技术[J].实验室研究与探索,2011,(8):78-80.

[责任编辑: 向 丽]

Application and Reform of Fault Tree Analysis Method in the Evaluation of Experimental Teaching Achievements

WANG Zhi-de¹, JIANG Li-min², XIA Yuan-you¹

(1.School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan430070, China; 2. Wuhan Polytechnic, Wuhan430074, China)

Abstract: In order to further improve the teaching quality of the college soil mechanics experimental course, based on the results of the experimental teaching performance evaluation, a fault tree analysis method is proposed to judge the problems in the experimental teaching. Through the case, the concrete implementation of the fault tree analysis method in the teaching of soil mechanics experiment courses is explained, and the corresponding reform measures are proposed according to the existing problems. The analysis shows that the introduction of the fault tree analysis method to the evaluation of experimental teaching results can better identify the weak links in experimental teaching and discover the existing problems, help to improve the standard system of experimental teaching performance evaluation, improve the experimental teaching performance evaluation model and operating mechanism to promote the further development of experimental teaching.

Keywords: fault tree analysis method; soil mechanics experiment; performance evaluation; teaching reform