新工科背景下的机械实验综合拓展分析

施芒

(中国计量大学机电工程学院 浙江 杭州 310018)

摘要: 机械类专业教学有大量传统的、经典的实验。长期的教学实践证明,这些传统的机械实验加深对知识点的理解非常有效。然而,这些实验也体现出了知识点单一、创新性不强等一系列问题,因此,本文提出在保留传统实验经典性的同时进行综合拓展,引入交叉学科知识和新技术,新方法,引导学生进行创造性思维。

关键词: 实验教学; 机械实验; 综合拓展

0 引言

制造业是国民经济的支柱产业,是立国之本、兴国之器、强国之基。近几年经济的发展,强大的制造业在其间发挥着重要作用。国家高度重视对制造业的发展,推出了《中国制造2025》行动纲领以及卓越工程师计划、新工科建设等一系列重大举措推动制造业的发展。在此背景下,加快培养新兴领域工程科技人才,升级改造传统工科专业教学,将为促进制造业高质量发展夯实基础。

机械类专业作为传统的工程类专业也面临着升级、改造。将数字经济、信息化、智能制造、机器人技术等新技术融入到机械类专业教学当中,将为培养具有创新意识、创新思维、创新能力的新工科人才发挥积极作用。机械实验作为培养学生实践能力的重要途径,同样需要作出相应的调整以适应新工科人才培养的需求。将数字图像处理、三维建模等交叉学科知识融入到传统机械实验中,对传统的机械类实验进行综合性拓展,将推动机械类专业教学更快适应新工科建设的发展要求。

1 传统机械实验面临的挑战

传统机械实验是指机械类专业核心课程,如机械原理、机械设计、工程材料等课程的课内实验。这些实验都是一些非常经典的实验,如齿轮范成原理实验,金相观察实验等。在长期的机械类学科的教学中,这些经典实验发挥了重要作用。然而,在实践的实验教学中发现这些传统实验也存在着一些问题,尤其是在新工科建设背景下这些问题更加突出。这些问题主要体现在以下几个方面:

① 实验的综合性不强。传统的机械实验大多针对某一个知识点展开,以加深对该知识点的理解为最终目的。

② 实验以验证性为主,实验教师指导或示范,学生按部就班做就能完成任务,缺乏分析与思考。

③ 实验教程内容陈旧,未能体现出新工科建设以及数字化、智能化机械人才培养的新特点。

2 传统机械实验综合拓展思路

针对上述问题,本文提出对传统的机械类实验在保持原有经典性的基础上进行综合拓展。首先要解决的就是实验指导教材内容陈旧的问题。由于对现有的纸质教材进行改编成本高、周期长,所以采用实验指导电子化的方式。微信公众号是目前比较流行的社交和传播平台,师生的接受程度较

高。因此,在原有的专业微信公众号中新增了实验指导功能。在公众号中回复“实验”就能查看实验指导。实验指导的电子化方便了实验教师根据学生的学习情况及时调整实验指导书的内容,同时也方便了学生课前预习和课后复习。

针对实验综合性不强和实验以验证性为主的问题,在实验指导电子化的基础上,在实验指导中增加了“综合拓展”和“补充知识点”两部分内容。综合拓展部分主要是提出与实验相关的某个问题,要求学生用编程、三维建模、数学建模等技术去分析问题、解决问题。这些问题具有一定的综合性和挑战性。补充知识点针对综合拓展中学生比较陌生的知识适当补充。在实验教学过程中实验教师对综合拓展的问题只进行适当的提示,不设标准答案,提倡创造性思维,要求学生课外完成综合拓展。

3 传统机械实验综合拓展的尝试

选取3个经典的机械类实验进行尝试,分别是《工程材料》中的碳钢的显微组织观察实验,《机械原理》中的齿轮范成原理实验和《机械设计》中的机械零件认知实验。

3.1 碳钢的显微组织观察实验的综合拓展

碳钢的显微组织观察实验是机械专业必修课《工程材料》中一个经典的验证性实验。其主要的实验内容是掌握金相显微镜的使用,对不同金相试样进行观察,画出金相示意图,判断碳钢的类型和型号。该实验选择了亚共析钢的珠光体含量检测进行拓展。具体拓展如下:

通过实验知道亚共析钢(如20#、45#钢)是由铁素体和珠光体两个组织构成,那么,铁素体和珠光体所占的百分比分别是多少呢?如果事先知道了亚共析钢的含碳量就可以用所学过的杠杆原理很快的计算出铁素体和珠光体所占的百分比。但事先不知道亚共析钢的含碳量呢?有一张未知含碳量的亚共析钢显微组织图片,请选择合适的计算机语言(C、python、MATLAB等)写一段代码,检测出图片中珠光体所占的百分比,并利用杠杆原理反向推算该碳钢的含碳量。

该拓展从实验中的铁素体、珠光体以及杠杆原理这些知识点出发对实验进行了拓展,引入计算机视觉检测技术,引导学生寻找解决问题的新方法、新技术。

3.2 齿轮范成原理实验的综合拓展

齿轮范成原理实验是机械专业必修课《机械原理》中

一个经典的验证性实验。其主要的实验内容是分别计算标准齿轮和变位齿轮的分度圆、齿顶圆、齿根圆。利用齿轮范成仪分别画出标准齿轮和变位齿轮，观察根切现象。选取范成法加工最小齿数为切入点进行拓展。具体拓展如下：

通过实验知道，利用范成法加工齿轮的时候为避免根切现象，齿数必须大于最小齿数。那么如果采用其他方法（如仿形法、3D打印）加工齿轮呢？请选择一款三维软件（如SolidWorks、UG等）的标准零件库生成一对标准齿轮，并进行运动仿真。其中一个齿轮齿数小于17。观察齿轮是否有根切现象，并观察齿轮的啮合情况，并思考如果齿数过少，啮合过程会产生什么现象。

该实验的拓展从齿轮的最小齿数的知识点出发对实验进行拓展，将知识点拓展到了三维建模软件中标准零件库的使用和运动仿真，通过对标准齿轮的观察认识加深了对最小齿数的理解，了解了其他齿轮的加工方式对齿数的要求，同时引导学生对三维建模软件中的更高阶功能（如运动仿真）进行了解。

3.3 机械零件认知实验的综合拓展

机械零件认知实验是机械专业必修课《机械设计》中一个经典的验证性实验。该实验的主要内容是学生通过对机械零件陈列柜中的零部件进行观察，配合实验教师的讲解、答疑去认识机器的常用零件和基本结构，具体拓展如下：

实践生产中，各行各业都有许多非标准但又经常使用的零件。如果每次都需要从头开始绘图会有大量的重复性工作。事实上，大多数的制图软件都提供了二次开发的接口。以SolidWorks为例，它提供了VB、VBA、VC++、C#、宏命令等二次开发方式。其中，宏命令录制是一种非常简单实用的技术。请自学SolidWorks的宏命令录制功能，利用该功能在工具栏上添加一个功能图标，并点击该图标一键生成一个零件。

机械绘图是机械类学生的基本技能。该拓展从机械零件的三维制图出发，对三维软件的二次开发知识进行了拓展。该拓展的目的并不是要求学生在短时间内完全掌握三维软件的二次开发，而是以宏命令录制引入三维建模软件的二次开发，引导学生对三维建模软件更高阶的开发功能进行了解。

4 传统机械实验综合拓展效果以及新问题

综合拓展的本质在于启发创新性学生思考。综合拓展的问题大多为启发性、综合性问题，不应设置标准答案，不作强制要求。从完成情况看，约60%的学生在实验报告中对综合拓展进行了简要回答，约30%对综合拓展进行了详

细的回答。值得注意的是，综合拓展部分答案的相似度较低，例如齿轮范成原理试验，有的学生从渐开线的完整性进行了分析，有的学生从齿轮的啮合重合度进行了阐述。分析问题的角度多样，可以认为达到了启发学生思考的目的。

综合拓展引导学生进行创新性思考，提高了学生对学习机械专业的兴趣和对专业的认同感，但也带来了新的问题。首先是综合拓展部分有一定难度，实验教师应该在降低要求的情况下给予适当的提示，通过微信等途径给学生提供在线辅导。其次，综合拓展对实验教师的自身能力提出了更高的要求。一方面实验教师必须对实验所涉及到的知识有更深入的理解。另一方面，对拓展的部分所涉及的交叉学科的综合知识有所了解。实验教师应多借助于学科专任教师的力量提高自身能力，同时鼓励学科的专任教师参与到实验教学和实验室建设中。

5 结语

传统机械实验在教学中有重要意义，在长期的教学中证明了传统机械实验的有效性。因此不能简单地将其抛弃或替代。综合拓展在保留原实验的同时给传统机械实验加入了新的挑战内容，能有效提高学生的综合能力。综合拓展部分所涉及到的知识点比较新且具有挑战性，学生在实验过程中体会到机械专业不仅仅是一个传统古老的专业，同时也是一个充满新技术和新挑战的专业。综合拓展部分中比较新知识点和具有挑战性的问题提高了学生对机械专业的认识和对机械专业的认同感。在学生掌握机械基础知识的同时进行拓展，引入交叉学科知识，提出综合性、启发性问题，鼓励学生思考，提高学生的综合利用所学知识解决问题的能力，是更适合新工科建设背景下的人才培养模式。

参考文献：

- [1] 陆华才,李满华.卓越工程师工程实践能力阶梯培养模式研究[J].教育教学论坛,2020(26):57-58.
- [2] 张奔.中国制造2025背景下应用型工科人才培养模式探索[J].中国教育技术装备,2018(04):132-133+136.
- [3] 刘吉臻,翟亚军,荀振芳.新工科和新工科建设的内涵解析——兼论行业特色型大学的新工科建设[J].高等工程教育研究,2019(03):21-28.
- [4] 卢佳佳,李慧,冯显英,杜付鑫.新工科背景下机电综合创新实验课程改革[J].实验室研究与探索,2020,39(04):151-154.

作者简介：施芒（1983-），男，汉族，浙江永康人，硕士，研究方向：机械实验教学。