

一流专业建设背景下教学全过程习惯培养能力提升研究

——以《工程制图》课程为例

杨付超, 郑克玉, 梅 涛, 郭志光

湖北大学材料科学与工程学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年6月5日; 录用日期: 2023年7月3日; 发布日期: 2023年7月12日

摘 要

一流专业建设衔接着高校的高质量发展和高级专门人才培养。材料类人才培养效果的评定不应仅是知识技能的获取, 更应该聚焦在受教育者思维行为习惯和解决问题能力的趋优向强。课程是人才培养的核心载体, 本文以面向材料类专业《工程制图》课程为例, 阐述可以培养那些习惯, 怎样切入培养这些习惯; 可以培养那些能力, 如何提升这些能力。本文研究内容可为其它课程或专业教学改革提供参考借鉴。

关键词

工程制图, 材料类专业, 习惯能力

Research on Habit Cultivation and Ability Improvement in the Whole Teaching Process under the Background of First-Class Major Construction

—Taking “Engineering Drawing” Course as an Example

Fuchao Yang, Keyu Zheng, Tao Mei, Zhiguang Guo

School of Materials Science and Engineering, Hubei University, Wuhan Hubei

Received: Jun. 5th, 2023; accepted: Jul. 3rd, 2023; published: Jul. 12th, 2023

文章引用: 杨付超, 郑克玉, 梅涛, 郭志光. 一流专业建设背景下教学全过程习惯培养能力提升研究[J]. 教育进展, 2023, 13(7): 4196-4202. DOI: 10.12677/ae.2023.137663

Abstract

The construction of first-class major connects the high-quality development of universities with the training of senior professionals. The evaluation for material talents should not only focus on the acquisition of knowledge and skills, but also the permanent tendency of thinking and behavior habits and the ability to solve engineering problems. Curriculum is the core carrier of talent training. In this article, the “Engineering Drawing” course for materials major is taken as an example. By this course, what habits can be developed and how to develop them; What abilities can be developed and how can they be improved. We envision that our proposal will provide valued references for other courses or professional teaching reforms.

Keywords

Engineering Drawing, Majors in Material Science, Habits & Abilities

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

根据教学心理理论，教学的全过程一般可以分为四个阶段：决定教学目标、了解准备水平、进行教学活动和实施教学评价。[1]如何教是要服务于更好的学习过程体验和学习效果。为了认识学习的本质，许多心理学家根据自己的长期观察做出了不同的解释，较为主流的观点是把“学习”定义为学习者因经验而引起的行为、能力和心理倾向的比较持久的变化。[1]心理倾向的持久性多外显为行为习惯，即可简化为教学过程是通过某门课程(以《工程制图》为例，下文直接引用)四个阶段的经验来达到引起学生习惯改善和能力提升的效果。

教学过程要注重因材施教，四个阶段的进行均离不开对一流专业建设和受教育者特征的认知。湖北大学材料学院高分子材料与工程专业 2019 年获批国家一流专业建设，材料化学专业 2020 年获批国家一流本科专业建设。国家级一流本科专业建设对课程建设、人才培养提出了更高、更全面的新工科要求。材料类专业要求学生系统掌握材料科学与工程专业基础理论、基本知识和专业技能，具有较强的工程实践能力、国际视野和创新精神，能够在材料制备、加工及工程应用领域，从事科学研究、产品开发、工艺设计、性能评价和技术管理等工作的高素质工程应用型人才。《工程制图》课程要围绕、紧密联系和服务于这些具体的培养目标观测点，形成对国家一流专业建设的有效支撑。

《工程制图》是一门什么样的课程，如何形成对材料类一流专业学生培养目标的有效支撑呢？《工程制图》按受教育者专业差异大致可分为机械类和近机械类两种。面向材料类专业学生《工程制图》课程属于近机械类，我院的理论课程学时数为 48，主要讲述制图的基本知识和基本技能，利用投影理论研究在二维平面上表达三维空间形体的方法和技能，以及研究绘制和阅读工程图样的原理和方法。形成对材料类一流专业学生培养目标的有效支撑。强调基础，精简内容，注重实践应用与经验汲取，从而培养学生规范标准、细致对比、融合联系和多角度思维四方面的习惯，以及提升交流表达、空间想象、动手实践和探索新域等四种能力。[2] [3]

2. 工程制图助力培养四种习惯

习惯是心理持久性倾向和积久养成的行为方式, 工程制图助力培养四种习惯依靠教学目标、课前准备、教学活动和实施教学评价的持续强化。其中以习题多应用场景而实施教学效度评价的作用尤为重要, 《工程制图》普遍存在理论知识易懂, 而实际解题困难重重。利用解决困难的求知需要来激发学生的学习动机, 利用教学效度达成的过程来培养学生的四种良好习惯。

2.1. 规范标准的习惯

没有规矩, 不成方圆。工程图样的画法和尺寸标注等都有严格的规范标准和统一规定。图纸幅面和格式有 GB/T 14689-2008 规范标准, 比例有 GB/T 14690-1993 规范标准, 字体有 GB/T 14691-1993 规范标准, 图线有 GB/T 17450-1998 规范标准。相对简单易懂的标题栏也有 GB/T 10609.1-2008 规范标准。在国家标准 GB/T 14691-1993 《技术制图字体》规定了字体的号数即字体的高度 h 必须规范, 汉字为长仿宋体字, 汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm, 公称尺寸系列为 3.5 mm, 5 mm, 7 mm, 10 mm, 14 mm, 20 mm, 其字宽一般为 $h/1.4$ 。沿尺边画线时, 铅芯要靠着尺边且垂直于图纸的平面, 不能向外或向内倾斜。[2]

刚开始材料类专业学生会非常排斥如此之多的规范标准, 不少学生感叹到让人都不会写字画线了, 逼着每个人的书写都变成印刷体。但随着后续接触图样的增多, 认识到这些规范标准是为了避免文字数字潦草导致的差错, 避免给机件生产带来麻烦和损失时, 就会逐渐接受和习惯了这些规范标准。通过《工程制图》, 学生们对“没有规矩, 不成方圆”这句古语有了更深刻的认知与感受。

2.2. 细致对比的习惯

《工程制图》中有很多文字或线型相似, 要求和内容相差较大的地方, 缺少细致对比就很容易犯错。例如尺寸线和尺寸界线: 尺寸线不能用其它图线代替, 一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上; 而尺寸界线可以用轮廓线、轴线或对称中心线代替, 也可由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出延长线上。另外, 虚线在粗实线的延长线上, 虚线应留间隔; 虚线不在粗实线的延长线上相交时, 虚线不留间隔。线型即使限定为细直线($0.5d$, d 为粗线的线宽)时, 还有细实线、细虚线、细点画线、细双点画线和细双折线, 每种线型都有特定的含义和用途, 只有通过仔细对比才可能准确理解和恰当应用。

通过以上课程实例, 让学生体验细致对比是在一系列语义组合元素中去同存异, 能激发相似条件下多种可能结论碰撞冲击, 有利于打破单点思维的认知壁垒, 具有很强的认识性功能。学习正迁移是一种学习对另一种学习的积极影响, 将细致对比的习惯应用于不同材料制备方法的分子聚集形核过程, 应用于 7 大晶系 14 种布拉菲格子认知。通过工程制图培养细致对比习惯向材料类专业知识学习过程正迁移, 使受教育者深刻意识体验到, 有对比才有鉴别, 有鉴别才可能探索出符合客观事实或规律的正确结论。

2.3. 融合联系的习惯

在《工程制图》教学活动过程中融合历史文化元素, 联系身边新鲜要事, 可以极大激发材料类专业学生的学习兴趣和动机, 提升课堂的愉悦体验感。例如, 欣赏梁思成先生绘制的《图像中国建筑史》精美插图, 见图如物, 感受《工程制图》之经世致用。又如, 公元 1084 年, 苏轼由今湖北黄冈被贬, 途径九江, 与友人同游庐山。瑰丽多姿的庐山触发逸兴壮思, 创作出千年名篇“题西林壁/苏轼(宋代)/横看成岭侧成峰, 远近高低各不同。不识庐山真面目, 只缘身在此山中。”而《工程制图》利用投影理论在二维平面上表达三维空间形体时, 经常出现横看侧视, 远近高低各不同的情形, 而要识得“工程制图”真面目, 需要跳出这门课的局限, 结合材料成型与加工, 材料与器件, 机械设计基础等应用环境来躬行实践。

“文章合为时而著, 歌诗合为事而作”。在 2022~2023-1 学期的《工程制图》教学中, 笔者引入 2022/12/2

世界杯小组赛E组第3轮,日本2-1逆转西班牙,围绕日本队第二个进球是否出界在先引发了巨大争议(进球有效则德国队出局,进球无效则日本队出局)。这个球从有些视角传回的照片看似在传中前已越过底线。场上的裁判最初裁定进球无效,认为球已出界;但最终裁判改判进球有效。依据是球体正上方的垂直投影是否完全过线来判定,而俯视图显示足球与底线有1.88毫米重合!这需要运用到中心投影、平行投影、斜投影和垂直投影的特征规律,娱乐新闻看的稍有点深度都离不开《工程制图》。利用《工程制图》知识,联系时事,解决重大争端,强化求知的需要和学习动机。

2.4. 多角度思维的习惯

上文中“横看成岭侧成峰,远近高低各不同。”已经在一定程度上表达了,不同视角观察三维空间立体的结果差异较大。课程中即使一个简单竖立的圆柱体,从前向后角度观察(主视图)和从左向右角度观察(左视图)均为矩形(但矩形边表达的回转轮廓线不同),但从上向下角度观察(俯视图)却为圆形。此外,多角度观察和思维还引入了正视图、侧视图、右视图、仰视图、后视图、向视图、斜视图、剖视图、断面图、局部视图和局部放大视图等等不同类型的视图。这些典型的《工程制图》内容,非常有助于强化材料类学生不同的角度看事物阴晴圆缺,看材料精粗优劣,看问题长短正反,这样往往会得到多元的判断和结论。

多角度观察和思维往往会得到不同的效果,《工程制图》的学习经验更是启迪材料类学生要注重它们之间的联系。例如,主、俯视图主要联系是“长对正”,主、左视图关系为“高平齐”,俯、左视图关系是“宽相等”。空间立体形体构思和读零件图,更离不开多组视图的密切联系。多角度观察和思维呈现的关联性、综合性非常有助于我们认知复杂的材料加工与成型技术问题和机械设计图样。[4]

3. 工程制图助力提升四种能力

能力培养既是创造的前提,又是创造的过程。能力总是和受教育者完成一定的实践联系在一起的,是完成一项目标或者任务所体现出来的综合素质。《工程制图》有大量与工程实践联系的实例,具备受教育者能力培养的多种要素载体。

3.1. 交流表达能力

人类进行表达思想或技术交流的语言形式有文字、公式或图形等方式,本课程主要以图形为媒介,提供空间思维和形象思维有效的、直观的交流表达方法。但要表达清晰准确、简洁规范却要多次反复系统训练。例如,采用纬圆法表达圆锥曲面上点的三面投影,辅助纬圆半径的选择与投影点可见性的判断。能够运用制图知识和相关表达技巧进行行业技术交流,描述解决近机械学科及材料科学与工程中的复杂问题,都对交流表达能力提出了较高水平要求。

此外,《工程制图》还面向材料化学(中外合作)班开设双语课程,以培养学生工程制图知识技能的英语语言能力与国际化交流表达能力。工程制图中很多专业词汇对应英文翻译容易犯错,这些专业词汇的积累是准确交流表达的前提;例如,立体(Solid);零件(Parts);展开图(Development);重影点(A coincident point)等等。句子是语义表达的要素单元,交流表达能力的提升来源于地道英文表达语句的积累运用。例如, Drawing of common lines of the intersecting plane and boundary planes of the polyhedral solid. (画各棱面与截平面的交线。)英语语境的构设通过课堂教学的课件资料全英文、课堂讲解英汉双语进行,同时课程档案、学生作业和期末考试试卷命制与作答均采用全英文。[3][5]

3.2. 空间想象能力

《工程制图》是一门特别适宜于培养训练空间想象能力的课程,课程中具有大量的、各种形状结构

的组合体与三面投影。要想实现由三视图阅读绘制到空间立体构思，须具有丰富的投影和空间想象力，能综合联系各视图和想象组合体的可能形状。三视图中图线可能是物体表面相邻两面的交线，也可能是物体表面有积聚性的投影，还可能是物体曲面转向轮廓线的投影。三视图中线框可能是某一平面的实形投影，也可能是某一平面的相似性投影，还可能是物体某曲面的投影。这些可能性的存在与排列组合，极大开拓了想象的空间。例如，图 1(a) 已知俯视图，即使限定矩形线框为平面的投影，还是可以想象出至少四种形状的形体。再增加信息要素的维度，两个视图也不一定唯一确定组合体的形状，如图 1(b) 所示，主、俯视图两个矩形线框，还是可以想象至少四种形状的形体。[6] [7]

关于想象力，爱因斯坦有名言：“想象力比知识更重要。”想象力不受限地概括着世界的一切，推动着进步，并且是知识进化的源泉。而本课程中复杂组合体构思培养提升空间想象能力的融入点及案例不胜枚举，并且本课程中想象的目标对象多为机械零件，所学所用含于材料成型与设计加工，服务于“料要成材，材要成器”的终极目标。

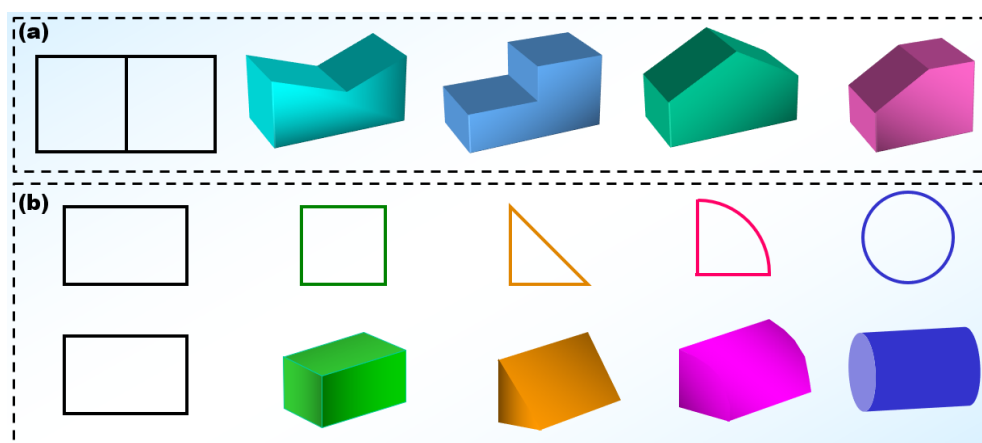


Figure 1. Diagram of spatial imagination ability
图 1. 空间想象能力示例图

3.3. 动手实践能力

“绝知此事要躬行”，材料类新工科学生需要具备较强的动手实践能力。在本课程中，要求材料类学生具备扎实的绘图能力，能够进行机械零件初步设计。课程中学生接触到很多他们完全理解和知道怎么做，却又做不准、做不好的实例；例如，等间距平行线的绘制，按给定比例尺画出给定图形，中间线段和连接线段的圆弧连接。通过具体实例让学生意识到自己存在的眼高手低，想象与作图效果之间有很大差异的问题，是培养材料类学生动手实践能力的首要之策。

动手能力的培养必然要根植于反复的、分梯度的具体实践练习之中。棱柱、棱锥、圆柱和圆锥等空间立体的三面投影绘制培养材料类学生的基础动手实践能力。徒手绘图、平面截切空间立体后的三面投影绘制，培养材料类学生的动手实践能力上台阶。而平面立体与平面立体或曲面立体相贯，曲面立体与曲面立体相贯三面投影的补全甚至绘制，更是对动手实践能力的要求提到了全新高度。[7]

3.4. 探索新城能力

由于本课程面向材料类学生的学时数仅为 48，讲授点、线、面、体等空间投影理论和组合体视图与形体构思等等重点内容时总课时已捉襟见肘，如何达成课程目标 3 即能运用 AutoCAD 绘图工具，在生产过程中完成工程图样的阅读、分析和绘制呢？矛盾困难之中也孕育着新机遇，采用计算机 AutoCAD

绘机械图对大一材料类学生来说,是全新的领域,鼓励引导学生去探索这个新领域,探索获得的过程体验和能力提升对学生的成长具有重要意义。

具体探索实施的过程为:1) 决定探索目标,运用 AutoCAD 绘制含有倒角、直线与圆弧以及圆弧与圆弧光滑连接的起重钩。2) 了解准备水平,绝大多数大一材料类学生对 AutoCAD 软件没有任何认知基础,但对起重钩的各部分组成分析具备一定的工图技能。3) 进行探索活动,引导学生分阶段探索如下:a) AutoCAD 软件安装和操作界面熟悉;b) 直线、圆弧、偏移和缩放等软件命令的键鼠配合;c) 画图框线和标题栏;d) 尝试画起重钩部分的直线连接及倒角和直线与圆弧连接;e) 尝试画起重钩部分的圆弧与圆弧光滑连接部分;f) 检查整理和加深保存。4) 实施探索评价,根据倒角、直线与圆弧以及圆弧与圆弧光滑连接规范程度评定分数,反馈学生出现的普遍性问题,总结探索的过程体验和获得感。

4. 课程目标达成度评价体系

根据《材料科学与工程学院课程目标达成情况评价制度及实施细则》(院教学字[2019]1号),本课程目标达成情况评价在每次授课学期结束时,针对课程学习的全体学生进行评价。虽然受教育者在学期结束时,才能看见自己的课程评价绩点和目标达成情况,但实施教学评价始于教学目标,贯穿于进行教学活动的全部课堂。本课程目标主要包括三个方面:1) 熟悉有关的国家制图标准及各种规定,掌握绘图技巧、投影法的基本理论及应用和进行空间图解;培养严谨、求实、细致、认真、负责的工程素养和科学精神;2) 具有丰富的投影和空间想象力,能想象复杂的组合体,具备扎实的绘图能力,能够进行零件设计;3) 能运用 AutoCAD 绘图工具,完成工程图样的绘制;能够运用制图知识和相关学科知识进行行业技术交流。恰当合理运用教学评价,可以激发学生学习动机,引起维持学生朝教学目标达成方向行动的意志力。教学评价还可助力改善和提效下一个教学周期的课堂教学活动。本课程目标达成度评价体系包括网上考核、平时成绩和线下期末考试,依次占比 30%、20%和 50%。

网上考核主要采用优课联盟 MOOC 学分课评价方法,具体各项计分占比与标准详见表 1。[8]设为任务点的视频均要求学生线下在课堂前预习完,以符合教学过程中“了解准备水平”环节的要求。平时成绩主要包括课堂考勤、习题册作业完成情况和课堂交流互动参与程度。线下期末考试主要覆盖课程目标 1 和课程目标 2 的主观题,题目设计注重考察规范标准、细致对比和多角度思维习惯的培养情况,以及检验交流表达、空间想象和动手实践能力的培养水平。而课程目标 3 的考核,通过考察学生在计算机上用 AutoCAD 完成给定图形的绘制情况,来评价交流表达、空间想象、动手实践和探索新域的能力。

Table 1. The proportion of each item in the online assessment result [8]

表 1. 线上考核成绩各项目所占比值[8]

序号	名称	比值(%)	说明	教学过程
1	教学视频	25	设为任务点的视频参与计分	了解准备水平进行教学活动
2	章节测验	20	/	实施教学评价
3	线上作业	15	/	进行教学活动
4	线上签到	5	/	进行教学活动
5	线上讨论	5	/	进行教学活动
6	线上考试	30	完成 80.0%以上才能参加	实施教学评价

5. 结论

一流专业建设的关键在课程建设和高素质学生的培养。工程制图被称为“工程界共用的技术语言”，是工程技术交流重要工具，课程在材料设计制备、材料成型加工、材料表面微形貌织构化等领域有着重要的应用背景。本文围绕一流专业材料类课程教学全过程的四个环节，即决定教学目标、了解准备水平、进行教学活动和实施教学评价，结合《工程制图》典型内容，阐述了培养规范标准、细致对比、融合联系和多角度思维四方面习惯，提升交流表达、空间想象、动手实践和探索新域四种能力。从而为一流专业建设背景下的材料类课程建设与高素质人才培养提供有价值的思路和方案。

参考文献

- [1] 全国十二所重点师范大学编. 心理学基础[M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [2] 何铭新, 钱可强, 徐祖茂. 机械制图[M]. 第7版. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [3] 胡琳, 程蓉, 主编. 工程制图(英汉对照) [M]. 第3版. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [4] 杨峰, 王昊. 将“立德树人”融入课程教学的全过程[J]. 教育进展, 2021, 11(5): 1444-1449.
- [5] 何丽, 李雪芝. 混合式教学模式下工程制图课程思政建设与实践[J]. 中国现代教育装备, 2023(7): 112-114.
- [6] 冯向阳, 燕彩蓉. 一流课程建设背景下数据结构课程混合式教学研究[J]. 教育进展, 2021, 11(5): 1450-1455.
- [7] 陈璐. 新工科背景下安全工程专业工程制图课程教学内容改革研究[J]. 中国现代教育装备, 2023(7): 102-104.
- [8] 工程制图(2023) MOOC 学分课程[Z]. <http://www.uoc.net.cn/course/818284143>