工程图学翻转课堂教学实践:以“组合体的画图方法”为例*

卢继霞, 张运九, 迟金玲

(中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院, 北京 100083)

摘要:为了探索教学新模式,缓解工程图学课程教学内容重与学时数少的矛盾,以课程内容“组合体的画图方法”为例,采用“翻转课堂”教学模式,围绕教学基本要求和教学目标选择任务习题和设计课堂讨论环节,在课堂活动中通过学生对任务习题的讲解以及教师引导下的学生间和师生间交流,使学生在有限的教学学时内,完成知识的内化吸收及知识体系的建构.实践表明,“翻转课堂”不仅可以节省课堂教学学时,而且可以大幅度提高成绩良好和成绩中等学生的占比.

关键词:工程图学;翻转课堂;课堂环节;教学学时

中图分类号:TB23 **DOI**:10.19789/j.1004-9398.2021.06.011

0 引 言

自从2011年斯坦福大学的Sebastian Thrun教授及其同事联合开出免费课程“人工智能导论”后,慕课(massive open online courses,MOOC)风暴席卷全球,在国内外陆续涌现了很多优秀的MOOC平台[1-2],借助这些平台,教育工作者们开始了基于互联网的教学改革研究和实践.2017年1月19日,国务院印发了《国家教育事业发展“十三五”规划》[3],明确指出要积极发展“互联网+教育”,全力推动信息技术与教育教学的深度融合,鼓励教师利用信息技术提升教学水平、创新教学模式,利用翻转课堂、混合式教学等多种方式,用好优质数字资源.2019年10月30日,教育部发布了《关于一流本科课程建设的实施意见》[4],强化现代信息技术与教育教学深度融合,强化课堂设计,强化师生互动、生生互动,倡导以提升教学效果为目的的创新教学方法.

工程图学是一门用图形研究工程与产品图形信息表达、图形理解和图样绘制的技术基础课程[5],主要内容包括:工程制图规范、投影基本理论、组合体、图样表达、标准件及常用件、零件图和装配图等,以培养学生绘图、读图和图解几何问题的能力为主要目的.随着新的培养方案对工程图学课堂教学学时的大幅精简,教学内容多而学时数少成为制图教学面临的一对主要矛盾.为了在有限的学时内将知识传授给学生,现有课堂存在讲授多以“灌输”为主,缺少课堂讨论,无课堂“留白”时间,学生学习兴趣不高且对知识理解不到位等问题,影响了后序课程的学习.为了解决这一矛盾,提升教学效果,越来越多的工程图学教育工作者将目光投向了基于互联网的线上线下混合式学习方式.

1 线上线下混合式学习研究现状

混合式学习就是把传统学习方式的优势和数字网络学习的优势相结合,更深层次地融合了建构主义、行为主义和认知主义等不同教学理念[1].“翻转课堂”是混合学习的有效实现途径.单彦霞[6]将MOOC与课堂研讨相结合的混合式教学模式应用于燕山大学工程图学教学中,不但提高了工程图学的教学质量,还培养了学生自主学习的习惯;蔡群等[7]利用清华大学出版社的小规模专有在线课程(small private online course,SPOC)平台“智学苑”,对贵州理工学院的机械制图课程进行了SPOC教学实践,认为SPOC是一种切合实际又符合高速发展的互联网时代的现代教学方法,值得广大教师们去尝试和实践;刘志红和涂晓斌[8]对“互联网+”时代华东交通

收稿日期:2020-11-26

* 中国矿业大学(北京)课程建设与教学改革项目(J20ZD15)

大学的机械制图创新教学模式进行了研究,对基于MOOC的翻转课堂教学模式进行了实践,认为这种新的教学模式可以极大地提升学生的学习主动性和积极性,使得学习过程更加有趣,学习效率更加明显;张宗波等[9]对中国石油大学(华东)工程图学课程的“线上+线下融合式”教学模式进行了实践,结果表明这种混合教学模式能够有效促进学生整体知识水平的提高;阮春红等[10]根据华中科技大学的工程图学知识点的类型及特点,设计了混合式学习模式,不仅可以完成教学计划,而且可以提高学生的学习效率和自主学习能力;彭周皖[11]以南昌大学工程制图课程为例,结合课程特点和MOOC特点设计和构建了MOOC环境下的工科课程混合式教学模式,并对该模式进行了教学实践;张京英等[12]在“互联网+”时代图学教育现状调查与研究中指出,教师作为引导者,将线上、线下的资源有机地结合,使用线上、线下相结合的混合教学模式是一个不错的选择;杨秀娟等[13]认为“翻转课堂”这种新的教学方式在“工程制图”课程中刚刚兴起,可以对传统课堂教学起到有效的补充作用.近年来,还有不少学者也将混合式教学模式应用于工程制图课程的教学实践中[14-18],均取得了很好的教学效果.

翻转课堂的本质是课前让学生自主观看教学视频和教学参考资料等实现知识传递,课上通过组织学生参与小组讨论等完成知识内化,与传统课堂教学课下课上的环节和内容相反.在翻转课堂所包括的课前、课堂和课后3个环节中,课堂环节毫无疑问对学生知识的内化吸收及知识体系的建构起着关键的作用,而如何组织翻转课堂的课堂教学环节,在相关文献中详细涉及的并不多.本文将侧重从翻转课堂教学模式中,关于中国矿业大学(北京)的课堂教学活动组织这一环节进行重点介绍,以作为对混合式教学方式研究的一个补充.

2　课程介绍

2.1　课程情况

中国矿业大学(北京)工程图学课程分3个层级,分别针对机类、近机类和非机类专业.与我校2012版培养方案相比,2016版的培养方案对工程图学课程的课堂教学学时进行了大幅精简,这3个层级工程图学课程的课堂教学学时由原先的96、68和56学时分别缩减为80、56和40学时.尽管学时压缩了,但需要让学生掌握的教学内容却没变,这就导致了教学内容多,但课堂学时数少这一矛盾突出.“翻转课堂”教学模式的出现,为这一矛盾的解决提供了可行方案.

2.2　翻转实践班级介绍

本校制图教师除了承担全校工科学生图学课程的教学任务外,还承担着本院专业课程的教学任务,教师人数少,授课班级多.目前都是大班教学,每个教师每次授课3~4个自然班,90~120人次.此次翻转实践的学生为本校2018级安全工程专业(3个班)和消防专业(1个班),共120人.为提高学生在翻转课堂教学实践中的参与度,将每班学生分为5个小组,每组6人.

2.3　翻转课堂教学流程

为使每个班的5个小组都有在翻转课堂上讲解的机会,在整个学期的授课内容中选取了5部分教学内容,分别是基本体的投影、平面截切曲面体、组合体的画图方法、组合体尺寸标注和轴测图绘制,每部分内容布置4个任务习题,每次进行翻转课堂实践时,每班都会有1个小组参与其中1个任务习题的讲解.布置4个任务习题的原因:一方面是让每个班级都有1个小组能参与进来;另一方面也是考虑通过不同的任务习题,可以将每部分内容涉及的多个知识点包含齐全.

教师提前1周将翻转教学内容对应的教学资料及微视频等通过微信群及拷贝等多种方式发给班级所有学生,同时也推荐一些MOOC平台给学生,要求学生课下自主完成学习任务,4个任务习题随同教学资源一齐下发,每班各派1个小组领取其中1个任务习题.各小组需将习题的详细解答过程做成PPT,并进行课堂讲解,之后教师引导学生进行课堂讨论,并归纳总结.学生课后需更正任务习题、完成课后作业、观看作业解答微视频及参与班级微信群答疑等,以进一步巩固学习效果.

3　翻转课堂教学实践:以“组合体画图方法”为例

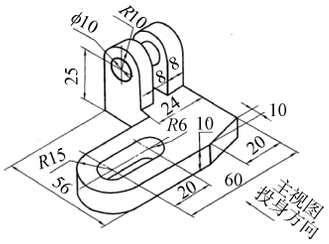
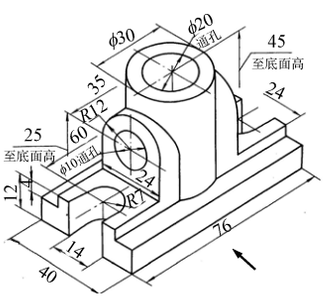
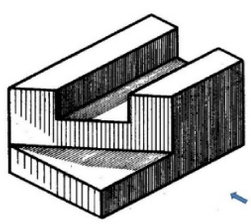
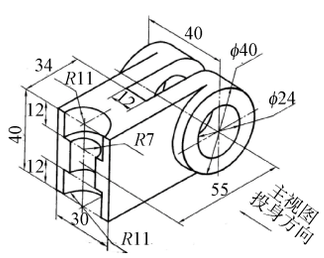
3.1　课前资源及任务习题下发

“组合体画图”方法的课前资源包括组合体绘图部分的基本要求、教学目标、参考教材、相应部分的PPT(教师制作)、微视频(剪辑本校教师上课视频)、教师推荐的MOOC平台(学堂在线和中国大学MOOC)等,要求学生利用课下时间自主学习.

4个任务习题随教学资源一齐下发给学生.“组合体画图”教学的任务习题主要是要求学生绘制叠

加、切割或复合式组合体的三视图,选择的任务习题应尽量多地涉及组合体的各种叠加、切割方式和表面过渡关系等知识点.4个任务习题及所包含的知识点见表1.

表1　“组合体画图”任务习题及知识点

班级	任务习题	包含知识点
安全工程专业1班		组合方式:既有叠加、又有切割的复合式组合体;形体不对称 表面过渡关系:平齐和相交;截交线较简单,无相贯线 画图方法:形体分析法
安全工程专业2班		组合方式:既有叠加、又有切割的复合式组合体;形体对称 表面过渡关系:平齐和相交;有外形相贯、又有内形相贯 画图方法:形体分析法
安全工程专业3班		组合方式:切割式组合体;形体不对称 表面过渡关系:相交 画图方法:形体分析法和面形分析法
消防专业		组合方式:既有叠加、又有切割的复合式组合体;形体对称 表面过渡关系:相交和相切 画图方法:形体分析法

由于篇幅所限,本文仅选择其中1项任务习题,详细如图1所示,即复合式组合体的画图.

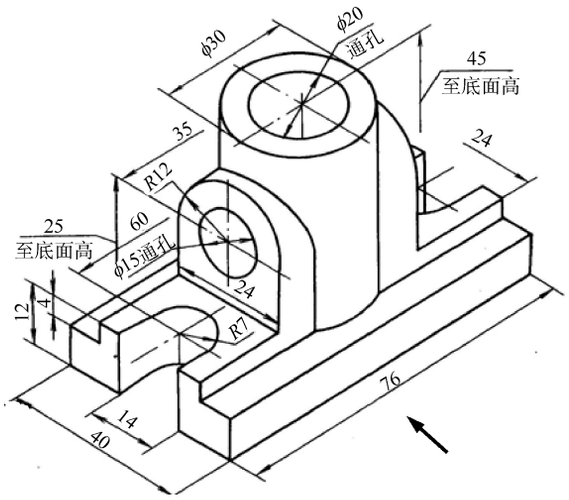
3.2　课堂活动

3.2.1　课堂讲解

以安全工程专业2班的任务习题为例,进行课堂讲解环节说明.针对如何绘制图1所示较复杂形体的三视图,安全工程专业2班由领取该任务习题小组的1位学生进行详细讲解,并给出了主要绘图过程如图2所示.图2(a)是学生绘制的基准线.图2(b)是学生首先绘制完成的底座的三视图.图2(c)是学生绘制底座上叠加圆筒及两侧平曲组合体的作图过程展示,红色线条是求取外形交线的作图线,a、b、c等字母是交线上的点的投影;图2(d)为学生最终完成的三视图.

3.2.2　课堂讨论

通常情况下,学生的提问主要针对答案中明显的错误,通过学生的问题肯定不能促进学生对知识的系统化理解,因此需要在教师的引导下,围绕教学基本要求和教学目标(即要求学生掌握的所有知识点)进行讨论,通过讨论内化知识,并使前后所学知识能够融会贯通.针对该任务习题,课堂讨论的要点包括:(1)该组合体可以分解为几个简单形体?各形体之间的相互位置关系如何?形体之间的表面过渡关系有哪些?(2)为什么要先画基准线?通常情况下如何确定基准?(3)逐块画图时有哪些注意事项?(4)形体之间的相互位置关系是否表达正



注:数字为尺寸,单位为mm;R为半径,ϕ为直径;箭头所示为要求的主视图投影方向.

图1　绘制复合式组合体的任务习题

确?哪些地方形体之间会产生交线?哪些地方形体之间没有交线?原因是什么?(5)分析图中有哪些错误?

在学生讲解过程中,根据学生对该组合体的形体分解情况及时补充讨论问题(1),目的是引导学生掌握“形体分析法”概念,同时要强调形体分析法在画图、看图及尺寸标注中的重要性;在学生介绍完图2(a)时可以补充问题(2),目的是强调基准的作用及在画图、读图及尺寸标注中的重要性;在学生介绍完图2(b)时补充讨论问题(3),目的是要引导学生形成逐块画图、3个视图配合绘制、先整体后局部、先实后虚、遵循“三等”关系及方位对应关系等绘图意识,并养成从反映每一形体形状特征的视图开始绘制三视图的习惯;学生介绍完图2(c)后补充讨论问题(4),目的是引导学生完成对形体结构的进一步分析,对“形体分析法”这一概念进行应用,加深对平齐和相交等表面过渡关系的进一步理解,同时对截交线和相贯线的知识点进行复习,使学生在问答交流中不仅掌握了知识,还培养了空间思维能力;学生介绍完图2(d)后补充问题(5),学生和教师一齐参与,该环节除了检查学生对组合体形体分析法、表面过渡关系、“三等”关系以及截交线和相贯线等知识的掌握外,还培养学生注重细节的工程人员素质,如形体的对称中心线、回转结构的轴线等是否绘制?看不见的外形轮廓线或内形交线等是否已用虚线表达?对相交形体的轮廓线是否进行了完整性检查?随着讨论的进行,师生一起将图2(d)中的错误标出并修改,讨论及点评后的任务习题见图3.

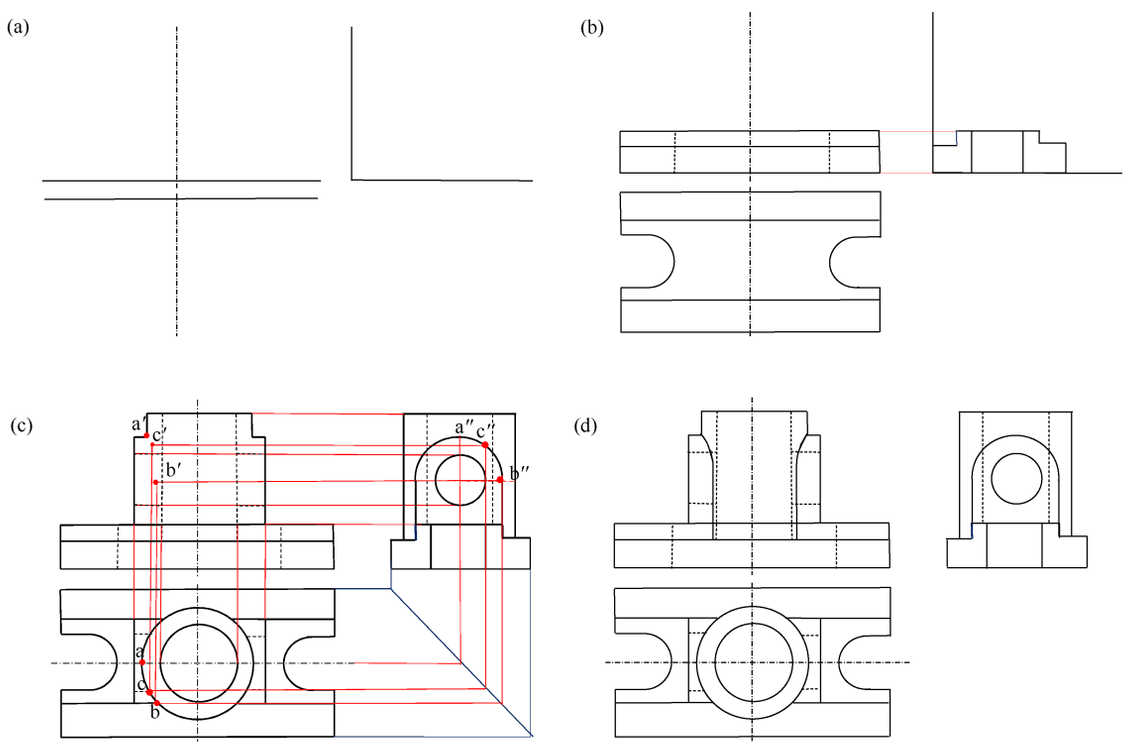


图2　任务习题的主要解答过程

(a)基准线;(b)底座的三视图;(c)上部圆筒及两侧平曲组合体叠加;(d)最终三视图

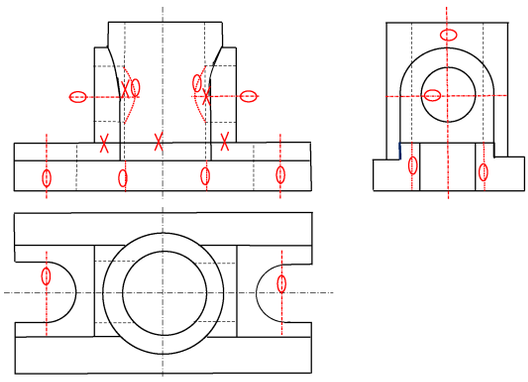


图3 讨论与点评后的任务习题

3.2.3 归纳总结

在所有小组的任务习题(本文仅选择了1个小组的任务习题)都讨论完成后,教师针对组合体的画法要点进行总结归纳,具体见表2,包括形体的组合方式分析、画图方法选择、组合体的画图步骤以及面形分析法的作用等.

3.3 课后环节

课后环节主要是为了让学生对课前自学的知识及课堂讨论所学的知识进一步内化吸收.首先要求学生根据课堂上的点评,将每个任务习题进行订正,订正的过程就是对知识的再复习和再吸收的过程.另外,针对每种组合方式的形体,布置2道课外习题,学生通过做题进一步掌握绘制组合体的2种方法(形体分析法和面形分析法)并熟悉绘图的步骤.习题的解答过程都做成了微课,随批改的习题一起发给学生,要求学生根据微课对错误进行订正.如果学生对课堂上的讨论或习题微课的解答等有不理解之处,可以通过班级的微信群进行答疑解惑,通过互动解决疑惑,同时教师的及时反馈可以增加学生提问及讨论的积极性.

4 翻转课堂实践成效

为了了解翻转课堂教学实践的成效,将这4个班级(改革后)的期末考试成绩与上一年未实施翻转课堂教学实践的相同专业的4个班级(改革前)的期末考试成绩进行了对比,其中,2个年度的任课教师相同,且考试题型一致、难易度相当.改革前后教学实践的班级各分数段人数及占比结果列于表3.由表3可知,改革前班级人数中成绩优秀(90~100分)、良好(80~89分)、中等(70~79分)和及格(60~69分)的比例分别为15.6%、30.6%、29.9%和16.4%,不及格人数占比7.5%,在进行了部分知识点的翻转课堂教学改革后,班级人数中成绩优秀、良好、中等和及格的比例分别为15.1%、39.5%、37.8%和6.7%,而不及格人数占比仅为0.9%.由此可知,翻转课堂教学模式的采用,可以大大提高班级中成绩良好和中等同学的占比,使不及格人数占比明显降低.不过,对

表2 “组合体画图”知识点归纳总结

序号	画图步骤及要点
1	组合方式分析:明确形体是叠加式、切割式还是复合式组合体,分析是否有切割产生的复杂表面
2	选择画图方法:叠加式组合体采用形体分析法;切割式和复合式组合体以形体分析法为主、面形分析法为辅.当切割产生复杂表面时需采用面形分析法
3	分解形体(分解为若干简单体和基本体)、分析相互位置关系(前后、左右、上下)
4	分析表面过渡关系(相交、相切和平齐)
5	选择主视图投影方向:反映形体的形位特征充分且虚线较少
6	画基准:长宽高方向各选择1个基准,通常选择对称面、大的表面或轴线等
7	逐块画图:叠加式或复合式组合体按分解的基本体逐块画图,切割式组合体按切割基本体的顺序画图.遵循“三等”关系和方位对应关系、先主后次、先实后虚
8	检查整理:内外交线、轮廓线、表面过渡关系、切割产生的复杂表面在三视图中的投影特性、轴线、对称中心线等
9	粗实线加深轮廓线

表3 改革前后教学实践的班级各分数段人数及所占百分比

组名	人数	90~100分		80~89分		70~79分		60~69分		<60分	
		人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%
改革前	134	21	15.6	41	30.6	40	29.9	22	16.4	10	7.5
改革后	119	18	15.1	47	39.5	45	37.8	8	6.7	1	0.9

于成绩优秀的同学,由于他们具有较好的学习能力,所以无论是采用传统教学方式,还是实施翻转课堂教学,对他们的影响不是特别明显.这也说明,传统的课堂讲授方式以教师“灌输”知识点为主,由于没有讨论交流时间,学习能力稍弱的学生对于这些知识点往往一知半解,知识并没有真正内化吸收.

此外,采用翻转课堂可以节省教学学时,以组合体画图为例,该部分知识点的课堂教学学时为2学时,在翻转课堂教学模式中,知识的学习在课前完成,在课堂活动环节,每个小组讲解5 min、讨论10 min、教师归纳总结5~10 min,在不到2学时的课堂时间里,通过教师引导下的师生和生生间的有效交流,真正做到了对相关知识的内化吸收.

5　结束语

在翻转课堂的课前、课堂和课后3个环节中,课堂环节的活动设计是关键.以“组合体的画图方法”为例,对翻转课堂的教学活动组织环节进行了重点介绍.课前随教学资源下发的任务习题是翻转课堂活动实施的关键点,任务习题应覆盖教学内容的所有知识点.学生在课堂活动中,将任务习题的完成过程讲解给班级其他学生,教师围绕任务习题涉及的所有知识点来引导生生和师生之间的讨论,并在课堂最后对所有知识点进行归纳总结.根据美国学者埃德加·戴尔提出的表征学习者学习效果的“学习金字塔”理论[19],这种教学模式学生的学习成效远高于传统教学模式.我校工程制图课程的教学实践表明,翻转课堂这一混合学习教学模式不仅可以解决工程制图课程教学中出现的学时数少而教学内容多这一矛盾,而且可以促进学生对知识点的内化吸收及对知识体系的建构,大大提高成绩良好和中等学生的所占比例.

参 考 文 献

[1] 李红美,陆国栋,张剑平.后MOOC时期高等学校教学新模式探索[J].高等工程教育研究,2014,(6):58-67.

[2] 闫丽静,高俊国.应用型本科院校基于“慕课”的教学改革探索与实践[J].新课程研究,2015(6):10-13.

[3] 中华人民共和国中央人民政府.国家教育事业发展“十三五”规划[EB/OL].(2017-01-10)[2017-01-19]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-01/19/content_5161341.htm.

[4] 中华人民共和国教育部.关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL].(2019-10-24)[2019-10-30]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html.

[5] 童秉枢,田凌,冯涓.10年来我国工程图学教学改革中的问题、认识与成果[J].工程图学学报,2008(4):1-5.

[6] 单彦霞.“慕课”与课堂研讨相结合的工程图学混合式教学改革[J].教学研究,2015,38(5):66-69.

[7] 蔡群,刘锋,聂龙.基于SPOC理念的《机械制图》课程的实践与探索[J].贵州师范学院学报,2015,31(9):82-84.

[8] 刘志红,涂晓斌.“互联网+”时代机械制图创新教学模式的研究与实践[J].德州学院学报,2016,32(4):102-105.

[9] 张宗波,王珉,吴宝贵,等.“线上+线下融合式”工程图学课程建设与教学实践[J].图学学报,2016,37(5):718-725.

[10] 阮春红,黄其柏,黄金国,等.基于信息技术的工程图学课程混合式学习模式的设计与实践[J].图学学报,2016,37(6):846-850.

[11] 彭周皖.慕课环境下工科课程混合式教学模式的探究:以南昌大学工程制图课程为例[D].江西:南昌大学,2017.

[12] 张京英,佟献英,杨薇.“互联网+”时代图学教育现状调查与研究[J].图学学报,2017,38(6):919-924.

[13] 杨秀娟,裴金萍,吴明玉.翻转课堂在“工程制图”教学中的应用[J].黑龙江教育(高教研究与评估),2017(6):10-12.

[14] 丁乔,张孟玫,李茂盛,等.以学生为中心的机械制图混合式教学模式研究与实践[J].图学学报,2018,39(2):362-366.

[15] 史俊伟,董羽,陈章良.高校工程制图课程混合式教学模式探索与实践[J].图学学报,2018,39(4):791-796.

[16] 王晓菲,穆浩志,薛立军,等.慕课理念下“互联网+”的工程制图课程教学改革思考[J].图学学报,2018,39(3):605-609.

[17] 赵凯莉.智慧教学环境下工程制图课堂教学改革思考与实践[J].现代信息科技,2019,3(5):87-89.

[18] 迟金玲,卢继霞.以雨课堂为载体的工程制图翻转课堂教学模式研究与实践[J].教育现代化,2019,6(36):69-71.

[19] 姜艳玲,徐彤.学习成效金字塔理论在翻转课堂中的应用与实践[J].中国电化教育,2014(7):133-138.

Teaching practice of flipped classroom for the course of Engineering Graphics:taking "drawing method of combinations" for example

LU Jixia, ZHANG Yunjiu, CHI Jinling

(School of Mechanical, Electronic and Information Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083)

Abstract: In order to explore a new teaching model and alleviate the contradiction between heavy teaching content and less class hours in "Engineering Graphics", the teaching model of "Flipping Classroom" was adopted, task exercises were chosen and classroom discussion units were designed according to the basic teaching requirements and teaching objectives. Through students' representation for task exercises and student-student communication and student-teacher exchanging under the guidance of teacher in classroom activities, students can absorb knowledge internally and complete the construction of knowledge system in limited teaching hours. Practice showed that the "Flipping Classroom" can not only save the teaching hours, but also increase the ratio of students with good and moderate grades.

Keywords: Engineering Graphics; flipping classroom; classroom units; teaching hours

(责任编辑:马田田)

(上接第11页)

Solvabilities of two equations of the form $k\varphi(n)=\varphi_2(n)+S(n^m)$

JIANG Lianxia[1], ZHANG Sibao[1], FU Yong[2]

(1. School of Mathematics and Statistics, Kashi University, Kashi Xinjiang 844008; 2. School of Mathematical and Computer Science, Yichun University, Yichun Jiangxi 336000)

Abstract: The solvabilities of two equations involving the Euler function $\varphi(n)$, the Generalized Euler function $\varphi_2(n)$ and the Smarandache function $S(n)$ were discussed. Based on the properties of Euler function $\varphi(n)$, generalized Euler function $\varphi_2(n)$ and Smarandache function $S(n)$ and their respective calculation formulas, we obtained the equation $3\varphi(n)=\varphi_2(n)+S(n^{30})$ has no positive integer solution, and the equation $2\varphi(n)=\varphi_2(n)+S(n^{28})$ has only positive integer solutions n=288, 1 083, 1 444, 2 166 by using the elementary method and the properties of Guass function $[n]$.

Keywords: Euler function $\varphi(n)$; generalized Euler function $\varphi_2(n)$; Smarandache function $S(n)$; positive integer solution

(责任编辑:马田田)