

Google SketchUp 在建筑专业画法几何教学中的应用及实例研究

张 祚^{1,2}

(1. 华中科技大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430074; 2. 湖北大学 商学院, 湖北 武汉 430062)

摘要:在建筑专业画法几何课程教学中,3D 建模的引入使学生学习路径加长,教学任务量也随之增加,但同时也会丰富教学内容并对固有的教学内容起到有效促进作用。Google SketchUp 使用简便、扩展性强、使用成本低。基于这些特点,通过辅助投影教学、创建虚拟校园等分析了在建筑专业画法几何课程中利用 Google SketchUp 进行教学辅助和开展互动教学的过程。实践表明,合理利用 Google SketchUp 能有效加强画法几何课程教学效果,提高教学效率并充分调动学生的积极性,提升学生团队协作和动手能力。

关键词:画法几何;SketchUp;3D 建模;互动教学

中图分类号:G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2013)01-0155-06

画法几何(descriptive geometry)作为几何学的分支学科,可通过一系列特定的程序让三维空间物体以二维形式进行表达,在工程、建筑、设计和艺术等领域发挥十分重要的作用^[1]。制图是设计的语言,而画法几何是这种语言的语法^[2]。一些研究和统计表明学习画法几何能有效提高学生空间想象能力,甚至可以增强学生的逻辑思维能力^[3]。长期以来,画法几何一直被国内各高等院校建筑、机械等相关专业列为主要基础课程之一。

画法几何的发展一直遵循“画法几何之父”加斯帕尔·蒙日最初创立的平面几何投影理论。但随着计算机图形技术在工程与教学中的推广应用,传统的画法几何教学方法在教学实践中的地位发生了一些变化,并产生不同意见。一种意见认为,画法几何对提高学生的空间想象能力和逻辑思维能力有明显的优势,因此,应该坚持传统的画法几何教学,以此培养学生的图形识别能力和表达能力。另一种意见认为,画法几何作图的大误差与低效率不能适应现代教学与应用,传统画法几何教学的部分内容应被 3D CAD 等计算机图形技术取代^[3]。江洪、张培耘(2006)对中国和美国大学工程图学教材内容和主要习题进行了比较研究。研究发现,中国教材相对美国教材更简单,缺乏对三位建模软件的学习和应用,中国主要习题的题型单调且内容较少^[4]。

由此可见,画法几何作为一门传统的实践性强的技术基础课程,如何在教学过程中处理好经典的作图方法和不断更新的计算机技术之间的关系,以更丰富的方式完善教学内容表达,切实取得既能体现课程经典传统又能体现时代变化特征的良好教学效果,是当前画法几何课程教学实践中面临的难题。

收稿日期:2012-09-01

作者简介:张祚(1982-),男,湖北大学商学院讲师,博士,中国地理学会会员,主要从事城市地理与住房问题、GIS 应用与空间分析研究,(E-mail)zhangzuocug@yahoo.cn。

一、画法几何教学中的3D建模及其建模软件

(一) 3D建模在画法几何中的重要性

画法几何课程的核心教学目的之一是培养学生丰富的空间思维能力和绘图、识图能力,而这一过程需通过三维空间实体和平面视图之间有效转换来实现。培养和提高学生空间思维能力和绘图、识图能力,对学生本人的空间想象能力要求很高,这也是学习该课程的最大障碍。人的左右脑分工不同,提出分析、理性、逻辑思维方式等是左脑的功能,而整体、直觉、情绪思维方式等是右脑的功能。有研究甚至根据大脑半球优势理论将个体的思维和个性特征划分为左脑型人和右脑型人两大类[5]。左右脑相对优势的差异造成学习画法几何这门极强调空间想象能力课程的先天差异性,因此,如何更加直观、真实地帮助课程学习者掌握真实的空间形体和平面投影表达之间的转换技术成为该课程教学实践中必须面对和解决的问题。

针对传统画法几何教学过程中模型数量少、模型单一、制作及修改费时等教学困难,在继承传统教学的前提下引入3D软件建模和绘图,节省教学时间,有利于培养学生的创造性思维,帮助学生增加表象积累,启发思维,拓宽想象力。在传统画法几何教学模式下,学生的学习路径是按照画法几何传统投影理论法,完成3D空间实体到2D平面投影的转化。在引入计算机技术的情况下,学生的学习路径被加长,除了要按照画法几何传统投影理论完成3D空间实体到2D平面投影的转化,还需要借助计算技术掌握CAD绘制平面图并进一步利用3D建模工具构建3D模型,最终在3D空间里还原空间实体(见图1)。

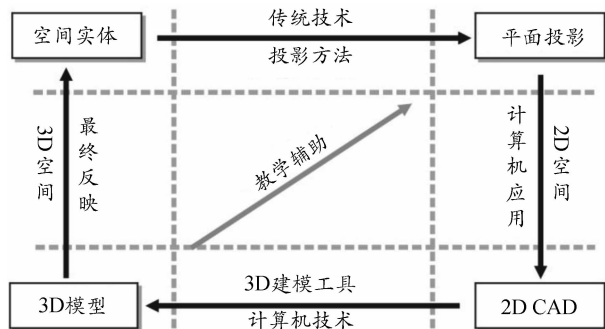


图1 3D建模在画法几何教学中的作用示意图

随着计算机技术的引入,画法几何课程的学习路径被加长,教学任务量也随之增加,这与当前该课程在很多院校的课时数逐渐减少的现实情况形成了

矛盾。但3D建模的引入可以辅助投影理论法教学,帮助学生快速理解空间形体的几何特点,提高教学效率。如果,再适当调整投影理论法的学习内容比例,可以解决学生学习路径加长和课程课时减少的矛盾。

(二) Google SketchUp的发展和特点

Google SketchUp是一款极受欢迎且易于使用的3D设计软件,官方网站将其比喻为电子设计中的“铅笔”。操作者利用它可以直接在电脑上进行十分直观的构思,快速完成空间形体的3D表达。2006年3月Google公司收购了最初开发SketchUp的@Last Software公司。SketchUp从此变为Google SketchUp,并从一款售价为495美元的软件变为免费软件。更重要的是Google利用自己的传统优势将众多的插件和地理信息化的特征赋予SketchUp,使SketchUp的应用领域进一步扩展,而不再是单纯的设计工具,这也给SketchUp的使用者带来了更多乐趣。

除了Google SketchUp外,应用广泛的3D建模软件还包括AutoCAD、3DSMAX和Maya等。其中,AutoCAD软件主要具有二维绘图和三维建模功能,尤以二维绘图能力为著,三维建模功能则可以演示、创建一些简单的平面立体;3DSMAX软件主要有制作三维模型、渲染和制作动画等功能,其建模能力强,除自带大量基本几何体和二维图形外,还有类似于画法几何中的相交和截切的布尔运算功能,复杂模型也能轻松制作。这些软件3D建模功能相对Google SketchUp而言更加复杂、入门要求高,对计算机基础一般的本科生有一定难度,其教学过程也会占用过多的教学课时。

基于画法几何课程的教学特点,笔者认为Google SketchUp的3D建模功能有以下4个优点。

- (1) 界面简洁,使用简便,可以快速掌握主要建模功能,完成模型构建。
- (2) 插件丰富,建模功能有很强的扩展性。
- (3) 可以和Google Earth组合使用,增加互动教学的趣味性。
- (4) 是免费软件,并且有大量共享模型资源可以使用。

当然,Google SketchUp也有一些缺点,例如:3D

模型渲染功能不及其他专业软件强大,应用范围有限,主要在建筑设计制图领域。因此,对建筑专业的画法几何课程,Google SketchUp 的优势可得到很好发挥,而对机械专业的画法几何课程其作用有待进一步考证。以下对 Google SketchUp 在建筑专业画法几何课程教学中的应用进行实例分析。

二、基于 Google SketchUp 的教学辅助

(一) 以“基本体相贯”为例

两个立体相交又称为相贯,其表面交线称为相贯线。对于画法几何平面立体投影教学而言,理解和认识相贯和相贯线是教学重点。然而,由于相贯

线往往是空间多边形(折线),如何让学生准确把握这些空间多边形的几何特点是教学难点^[6]。

图 2(a)显示了两三棱柱全贯,在给定条件下求相贯线的典型例题。传统的解法之一是边视图法(edge view method),这种方法的主要思路即通过展示每个棱柱的边视图,确定两个棱柱的哪条棱边相互贯穿,连接各个贯穿点并确定可见性^[7]。这也是国内教材介绍的主要解题思路,见图 2(b)。在教学实践中,学生能及时通过该思路找到图 2 中相贯线 8 个顶点,并作出各投影图,但要构建其空间形态仍有困难。

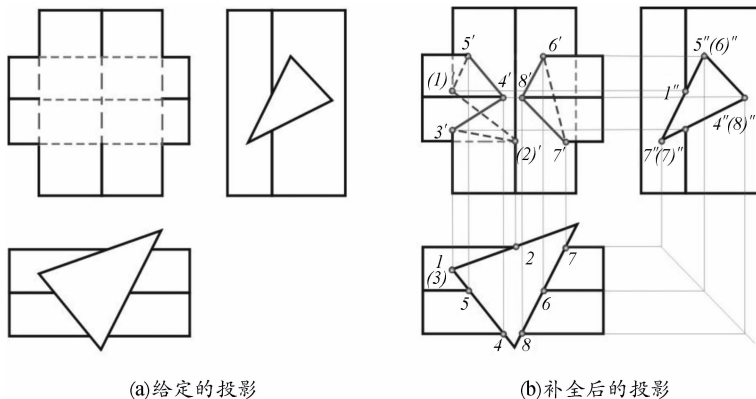


图 2 两三棱柱全贯的相贯线求解

引入 Google SketchUp 后,首先构建三个相互垂直的平面并分别标注 V 、 H 和 W ,帮助学生更直观地感觉 3 面投影体系。利用 Google SketchUp 的建模功能可以很容易构建如图 2 中两个全贯的三棱柱,并标注相贯线的 8 个顶点。利用直线功能连接这 8 个顶点,即得到空间多边形相贯线,见图 3(a)。通过

Google SketchUp 各个面的视图以及环绕视图功能可以帮助学生迅速掌握空间多边形相贯线的特点。此外,在构建模型中加入和 V 平行的辅助剖切面(cutting plane),剖切面穿过相贯线 8 个顶点中的 4 个,并将另外 4 个进行“前”“后”区分,见图 3(b),进一步帮助学生理解空间多边形相贯线的特点。

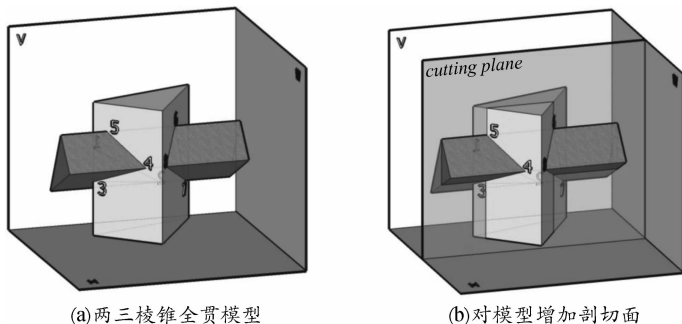


图 3 利用 Google SketchUp 构建两三棱柱全贯模型

(二) 以“组合体投影”为例

画法几何中将多个基本形体按照一定的构造而形成的复杂几何体称为组合体。形体组合一般有 3 种方式,即叠加式、切割式和既有叠加式又有切割式的复合式。“叠加”和“切割”是理解复杂结合体形

成过程的核心,也是将基本几何体及其几何特性和复杂几何体及其几何特性相联系的重要纽带。深刻掌握这一思想,不仅有利于学生认识和理解给定的复杂几何体的空间几何特点,对将来培养学生自己创作并动手构建 3D 模型也起着重要作用。

图4显示了两个典型的组合体三面投影,为了让学生具备掌握组合空间几何特点的能力,往往使组合体三面投影中的若干图线空缺,让学生尝试补齐。在这种情况下,虽然学生要完成的是对应的直线投影,但是如果不对空间形体的整体正确分析,很难较好、较快补齐所缺图线。空间形体的整体分析,需要向学生呈现“叠加”和“切割”的过程。基于3D建模软件和3D模型的构建,这一过程即可轻松实现。

引入 Google SketchUp 后,构成图4中组合体的基本形体,并利用 Google SketchUp 的推(拉)工具,逐步完成由基本形体“叠加”“切割”演变成目标组合体的步骤。将这一过程在画法几何的教学过程中

进行演示,不但可以让学生直观认识和理解给定组合体的空间几何特征,同时,可以加深他们对组合体3D建模基本原理和步骤的理解。

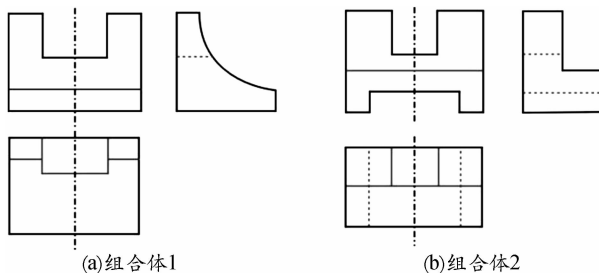


图4 典型组合体的三面投影

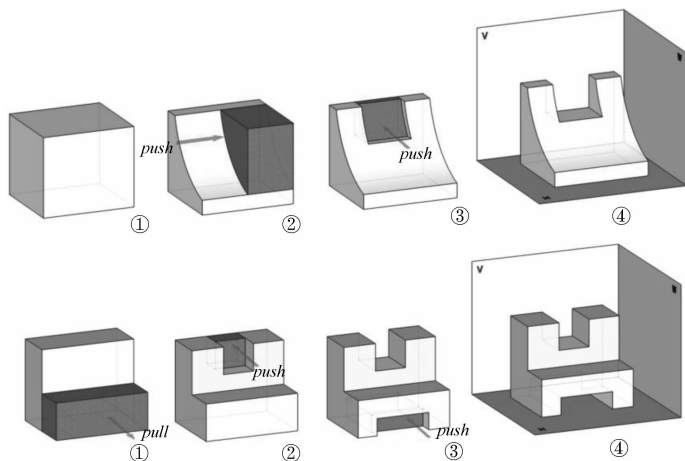


图5 利用 Google SketchUp 构建典型组合体的过程

三、基于 Google SketchUp 的互动教学

(一) 以创建家乡地标建筑为例

互动是现代教学的基本方法,其设计是否合理关系到课堂教学的成败。而在互动教学中如何注重运用先进的教学手段,改变传统“粉笔+黑板”的教学模式,颠覆教师“一人独舞”的教学过程,吸引学生注意,提高其学习兴趣,激发其积极参与的欲望,鼓励其勇于表现的行为,是互动教学成功与否的关键^[8]。

将 Google SketchUp 引入画法几何教学的过程中,SketchUp 能非常方便地从 Google Earth 中获取所需地图,并在地图相应位置构建 3D 模型。同时,所构建的 3D 模型可以快速导入 Google Earth 中,与其他 Google Earth 中已存在的模型形成有趣的虚拟场景。为提高学生参与积极性,可以让每位学生选择自己家乡代表性的地标建筑作为建模对象。

笔者以武汉市晴川假日酒店为例,首先在 SketchUp 中载入相应的 Google 地图,找到武汉市晴

川假日酒店的位置,按照构建组合体的原理创建建筑的基本 3D 模型,并将下载的建筑照片作为模型表面的“材质”填充各个表面(见图6)。配合 Google 地图的现实地形功能以及其他可以下载的 3D 模型(如长江大桥和电视塔),很容易组建学生熟悉的场景(见图7),并可以进一步快速上传到 Google Earth 中和他人分享。

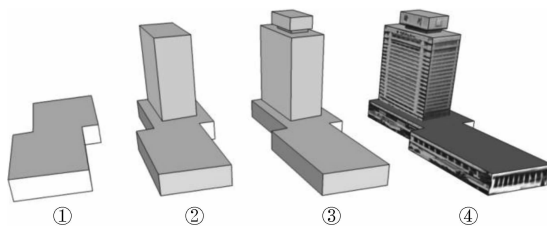


图6 利用 Google SketchUp 构建简单的 3D 建筑模型

在这个利用 Google SketchUp 进行画法几何互动教学的实例中,每个学生都可以选择自己熟悉的区域和建筑,并将其成果快速与他人分享,因

此,参与的积极性能得到充分的保证。此外,在建模过程中,引导学生选择建筑形态相对不复杂的建筑,遵循由易到难的原则选择建筑形态,并善于

抓住建筑形态的主要特点,适当简化建模过程,让学生迅速掌握基本组合体建模技术的同时获得自信。

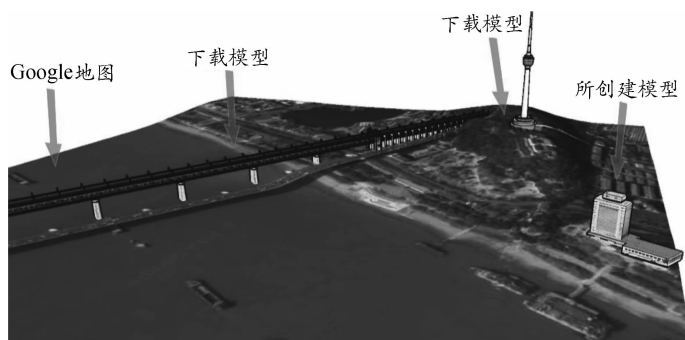


图7 Google SketchUp 与 Google Earth 配合使用实例

(二) 以创建虚拟校园为例

校园作为学生每天学习、生活的地方,是学生最熟悉和最容易接触的场景。划分校园区域,将学生分组,引导他们在校园地图上利用 Google SketchUp 构建校园主要建筑 3D 模型。对各个建筑高度的确定可以采用高程影子测量法或利用精度较高的全站仪测出平距 L 和倾角 α ,以此求出建筑高度 $H^{[9]}$ 。在完成校园建筑建模的基础上,可以利用 ArcGIS 平台进一步拓展。在 ArcGIS 插件的帮助下,SketchUp 构建校园建筑的 3D 模型以 MultiPatch 要素类型导入到 ArcGIS 平台中^[10],赋予校园建筑相关的数据,完成空间信息查询、统计的功能。

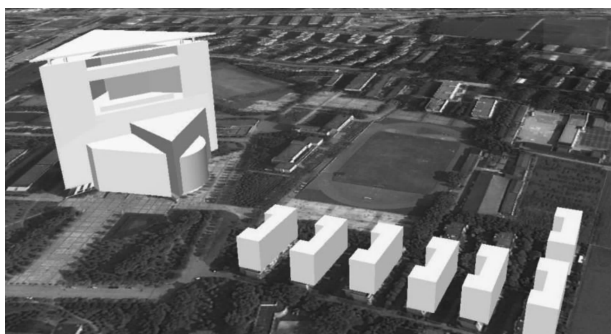


图8 基于 Google SketchUp 创建的湖北大学虚拟校园的雏形

创建虚拟校园基于 Google SketchUp 和其他相关工具的高级应用,对学生团队协作和动手能力提出了更高要求。在完成的过程中,可以将区域由小到大逐步扩展,并和工程测量、地理信息系统等建筑专业相关课程的教学实践协同开展,以取得知识融通的效果。

四、结语

作为一门培养学生空间想象能力的传统学科,

在计算机作图技术快速发展的背景下,如何在教学中处理好计算机 3D 建模技术与传统投影理论和方法之间的关系是当前画法几何课程教学中面临的难题。将 3D 建模引入画法几何课程教学中,学生学习路径加长,教学任务量也随之增加,但同时也会丰富教学内容,提高教学效率。

和其他广泛使用的 3D 建模软件相比,Google SketchUp 具有使用简便、上手快速、插件丰富、扩展性强等特点,是一款模型资源丰富的免费软件,非常适合建筑专业画法几何课程教学。建筑专业画法几何课程中,Google SketchUp 的引入可以帮助学生迅速掌握空间几何体的特点,加深对组合体空间几何体形成过程的理解,起到辅助教学的作用。而选择合适的主题,在 Google SketchUp 和 Google Earth、ArcGIS 等其他工具配合下,综合 3D 模型构建、Google 地图和在线模型资源开展互动教学,可以充分调动学生的积极性,有效锻炼学生的建模能力和团队协作能力,提高学生的自信,并达到专业知识融通的效果。

综合而言,在现代信息技术下,将 3D 建模引入画法几何课程教学中具有必然性。然而,如何处理教学路径加长和课程学时减少之间的矛盾,如何协调传统教学内容和新增教学内容之间的比例,需要在未来画法几何课程教学实践中进一步探索。此外,如何充分发挥 Google SketchUp 功能的扩展性以及和 GIS 软件联动的潜能,从专业培养总体目标出发,统筹画法几何和其他相关课程的培养方案是值得进一步思考和探索的问题。

参考文献:

- [1] MALKEVITCH J. Mathematics and art [J]. Feature Column Archive (American Mathematical Society), 2003(4): 144 - 149.
- [2] CARLBOM I, PACIOREK J. Planar geometric projections and viewing transformations[J]. ACM Computing Surveys, 1978,10 (4): 465 - 502.
- [3] 张云飞,林大钧.画法几何3D解题方法的研究[J].工程图学学报,2005(5):144 - 149.
- [4] 江洪,张培耘,吴巨龙.美国工程图学教材对我国图学教育改革和精品课程建设的启示[J].工程图学学报,2006(6):145 - 152.
- [5] CAINE. Making connections: teaching and the human brain [M]. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development,1991;33.
- [6] 曲艳峰,谈蓓月.关于工程图学课程研究性教学的探讨[J].东华大学学报:自然科学版,2010(4):470 - 474.
- [7] HAWK M C. Schaum's outlines of theory and problems of descriptive geometry[M]. McGRAW. HILL Press,1962.
- [8] 谢少安.关于大学互动教学设计的探索与思考[J].教育探索,2010(1):60 - 63.
- [9] 柴贵海,廖邦洪,胡庭兴.基于Sketch Up和ArcGIS对虚拟校园的设计与实现[J].测绘科学,2009,34(6):270 - 272.
- [10] 洪德法,杨国东,王志恒.基于ArcScene和SketchUp的虚拟校园的建立[J].计算机技术与发展,2008(12):41 - 43.

Features and case study of applying Google SketchUp in descriptive geometry course teaching of civil engineering

ZHANG Zuo^{1,2}

(1. College of Public Administration, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, P. R. China

2. School of Business, Hubei University, Wuhan 430062, P. R. China)

Abstract: When 3D modeling are involved in descriptive geometry course teaching of civil engineering, students' learning path are extended. Although the teaching task is increased, teaching contents are enriched. Compared to other modeling tools, Google SketchUp is simple to use, expandable and low-cost. Based on the features, applying Google SketchUp in teaching and interactive teaching of descriptive geometry course by case studies was analyzed. The practice shows that reasonable use of Google SketchUp can effectively strengthen descriptive geometry course teaching effect, improve teaching efficiency, fully mobilize students' enthusiasm in participating in teaching interaction, and improve students' practical ability and the team cooperation.

Keywords: descriptive geometry; SketchUp; 3D modeling; interactive teaching

(编辑 周沫)