“作业驱动”下 CAD 融入土木工程制图教学的研究与实践

王业明

(南通理工学院建筑工程学院，江苏 南通 226002)

摘 要：以“作业驱动”作为“纽带”，将《土木工程 CAD》课程教学内容有机融合至《土木工程制图》课程教学中，优化其教学体系，改进其教学方法。教学实践表明，“作业驱动”下 CAD 融入土木工程制图的教学，不仅可以保障《土木工程制图》教学质量不受影响，且两门课的总课时可以适当减少；同时，CAD 教学的针对性得到加强，目标更为明确，尤其是受教学生的 CAD 实际应用能力得到了大力提升。

关 键 词：作业驱动；融入教学；土木工程制图；CAD
中图分类号：TB 23 **DOI**：10.11996/JG.j.2095-302X.2018051009
文献标识码：A **文 章 编 号**：2095-302X(2018)05-1009-05

Research and Practice on the Integration of CAD into Civil Engineering Drawing Teaching Through Assignment-Driven Approach

WANG Yeming

(College of Architectural and Civil Engineering, Nantong Institute of Technology, Nantong Jiangsu 226002, China)

Abstract: Based on the assignment-driven approach, this paper studies and practices the civil engineering CAD teaching content integration to the civil engineering drawing course by optimizing the teaching system and improving teaching methods. Teaching practice shows that the integration of teachings by the assignment-driven approach can ensure the teaching quality of civil engineering drawing course, and the total class hours can be appropriately reduced. At the same time, the pertinence of CAD teaching is strengthened, the goal is more clear, and the students’ CAD practical ability has been greatly improved.

Keywords: assignment-driven; integration of teaching; civil engineering drawing; CAD

1 土木工程制图教学模式现状

《土木工程制图》作为专业基础性课程，在土木类人才培养过程中，其核心地位及重要性较为明显，在应用型高校中尤为突出。虽然《土木工程制图》课程中必须包括土木工程 CAD 内容已被广泛认可，且 CAD 教学方法的研究日趋深入[1-2]，但在课程设置及教学方法上各高校还存在着较大差异，其主要形式有：①《土木工程制图》课程中先讲授部分 CAD 内容[3]，其核心内容放置高年级再开设；②《土木工程制图》和《土木工程 CAD》作为两门课独立设置，先开前者，再开后者[4]，与①相同的是《土木工程制图》课程教学仍以传统方式进行，学生完成作业仍以尺规方式；

收稿日期：2017-08-16；定稿日期：2017-11-03
基金项目：南通理工学院科研资助项目(2016017)；扬州大学教学改革重点项目(JX2009031)
第一作者：王业明(1956–)，男，江苏扬州人，教授，硕士。主要研究方向为图学教育及土木工程 CAD。E-mail：wangym@yzu.edu.cn

③“融入”模式，即将 CAD 内容融入至工程图学中教学，这种模式在机械类工程图学教育中已有实践[5]，但学生完成工程图学作业及考试的形式仍以尺规为主。上述 3 种主要模式虽然各有差异，但共同点在于学生工程制图作业的完成及考试仍依赖于尺规。

2 CAD 全程融入土木工程制图教学的理念

近年来土木类企业对学生 CAD 应用能力的要求在不断提高，对其尺规绘图能力要求相对较低，甚至无要求。“甩图板”是国家“九五”期间提出的要求，解决好土木类人才培养，大力强化 CAD 的教学与实践，提高学生 CAD 的应用能力，满足用人单位的要求，无疑关系到土木类人才的培养质量。针对学生 CAD 实际应用能力的提升，需从低年级专业基础相关课程开始，且在大学四年的专业培养过程中，实现 CAD 能力提升的不断线。不断尝试将 CAD 融入至土木工程制图课程中的教学研究与实践中，其理念及主要做法是在《土木工程制图》教学中，CAD 全程融入其中，以“作业驱动”作为教学单元的设计，其教学体系、教学内容及教学方法，则紧紧围绕受教学生传统工程制图教学质量及 CAD 应用能力双提高目标进行，力图实现学生 CAD 实际应用能力大力提升的目标。

3 “作业驱动”下 CAD 全程融入土木工程制图教学的设计

3.1 《土木工程制图及 CAD》基础部分“作业驱动”的设计

《土木工程制图及 CAD》主要是《土木工程制图》中的制图基础、点线面、简单几何体、组合体、轴测投影、工程图样的传统表达方法等;《土木工程 CAD》主要是 CAD 基础知识，CAD 软件中常用绘图命令、编辑命令、辅助功能等，不包括在土木工程专业制图中使用的 CAD 功能，如多线、块、图层等。《土木工程制图及 CAD》基础部分的 CAD 融入土木工程制图教学的设计及安排见表 1。由表 1 可知，《土木工程 CAD》教学内容完全服从于《土木工程制图》各教学单元需要完成的作业要求，包括 CAD 课堂的讲解及示范内容，并围绕其教学单元中的例题、习题集中典型作业的完成需求。教学目标是保证学生在掌握《土木工程制图》每个教学知识点的同时，课后能用 CAD 软件完成本单元需完成的作业。

以表 1 中第 4 教学单元为例，如图 1 所示，作业题目是求一般位置直线的实长及角 α、β。示范此题的求解，在前面单元学生已掌握的 line(直线)等命令基础上，重点讲解 CAD 中的 dist(距离)、ucs(用户坐标系设置)、style(字符样式)及 text(字符注写)等命令。图 1 左边为题目已知条件，右边为 CAD 作图结果。其中，dist 用于查询 AB 两点的 Z 坐标差和 Y 坐标差；ucs 用于斜线情况下的坐标系设置；style 用于设置图中 α、β 字符的注写样式；text 则用于 α、β 及 TL 字符注写至图中。

从表 1 可知，当教学内容完成至工程图样的表达方法时，CAD 教学内容在绘图与编辑功能方面，除了“多线”命令(安排在专业部分的建筑平面图中讲授)等少数功能，绝大部分功能学生已掌握；在 CAD 辅助功能方面，除了图层、块功能(在专业制图部分教学针对性更强)等，教学内容也已基本完成。教学实践表明，受教学生在教师课堂习题及作业的 CAD 讲解和示范下，尤其是课后完成作业(其用时已超过 100 h)的强化训练下，CAD 实际操作能力已得到大力增强。

3.2 《土木工程制图及 CAD》专业部分“作业驱动”设计

在《土木工程制图》专业制图教学中，首先要满足土木工程专业制图的教学内容，同时精心选择典型实例作为“作业驱动”源，CAD 内容主要讲解一些基础部分未掌握的“多线”、图层、块等功能，让学生通过 CAD 软件绘制典型实例的“图样作业”，使其 CAD 应用能力再上新的台阶。表 2 为《土木工程制图及 CAD》专业部分融入教学及“作业驱动”的安排。

以表 2 中第 16 教学单元为例，图 2 为建筑平面图中的一部分，以此主要示范 CAD 中有关多线的 3 个命令(多线样式设置 mlstyle、多线的绘制 mline 及多线的编辑 mledit)、图块(block)及尺寸标注(dimension)等命令和功能的学习，同时再次强化第 14 单元已学过的图层(layer)功能，便于学生课后完成整个建筑平面图的绘制。图 2 中图层的设置主要有墙体、门窗、字符标注及尺寸标注等，图块功能解决门窗绘制，多线功能用于墙体的绘制。

表 1　《土木工程制图及 CAD》基础部分融入教学的安排(56 学时)

教学单元	主要知识点及教学内容	课时	作业驱动安排
1	1　制图基础 1.1 制图标准的基本规定，尺寸标注，平面几何作图，CAD 简介 1.2 CAD 软件基本操作	2	理论教学
2	1.3 CAD 软件中主要绘图、编辑功能简介 重点讲解完成制图标准和平面几何作图作业所用到的功能	4	基于制图基础、平面几何作图作业要求，示范完成作业用到的 CAD 绘图及编辑命令，如直线、圆、修剪、倒圆角等(尺寸标注的 CAD 方法暂不掌握)
3	2　点、直线、平面的投影 2.1 投影法的基本知识 2.2 点的投影	4	基于点投影的作业，示范完成作业用到的 CAD 绘图及编辑命令，如正交及 45° 作直线方法及字符标注功能等
4	2.3 直线的投影(特殊位置直线投影、一般位置直线实长、倾角、直线上点、及两直线相对位置)	4	基于直线投影的作业，示范完成作业用到的 CAD 命令，如任意角度画直线方法、UCS 使用、角度标注及 α、β、γ 字符标注等
5	2.4 平面的投影 2.5 直线与平面及两平面的相对位置 2.6 综合问题 2.7 投影变换	6	基于平面投影的作业，示范 CAD 线型、偏移、延伸等；利用 CAD 辅助工具学会精确绘图方法等
6	3　基本体的投影及 CAD 三维造型功能 3.1 基本体的投影 3.2 轴测图的基本知识和 CAD 软件中的表示 3.3 CAD 基本体三维建模	4	基于基本体投影的作业,示范完成作业用到的 CAD 命令，同时示范 CAD 基本体的三维建模
7	4　截交线和相贯线 4.1 平面体的截交线 4.2 曲面体的截交线	4	基于截交线投影的作业，示范 CAD 样条曲线功能；示范 CAD 立体剖切功能表达截交线三维形状
8	4.5 CAD 三维实体编辑功能 4.6 两平面立体相贯 4.7 平面体与曲面体相贯 4.8 两曲面体相贯	6	基于相贯线的作业要求,示范 CAD 完成其平面投影作图，重点示范掌握 CAD 三维操作和实体编辑功能，使相贯线可视化
9	5　组合体的投影 5.1 画组合体投影图 5.2 组合体的尺寸标注	4	基于画组合体投影作业，示范前面还未用到的 CAD 绘图及编辑命令，重点讲解 CAD 尺寸标注的方法
10	5.3 组合体投影图的读图	6	进一步示范 CAD 实体编辑功能，重点是实体的并、交、差功能，使学生能够利用 CAD 三维造型功能，辅助其组合体的读图
11	6　工程形体的表达方法 6.1 投影法和视图配置	2	基于工程形体的表达方法作业要求，补充前面 CAD 未用到的功能，如镜像等
12	6.3 剖视图、断面图 6.4 简化画法	4	基于剖视图、断面图作业要求，补充前面 CAD 未用到的功能，如图案填充功能等
13	6.5 工程形体的读图	6	进一步示范 CAD 实体编辑功能，辅助其工程形体的读图

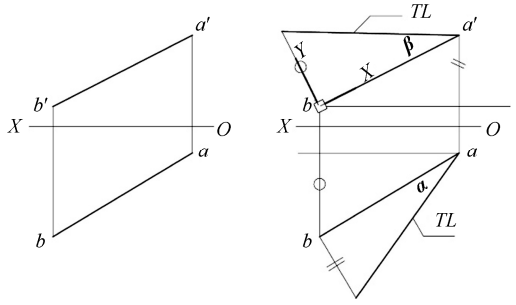

图 1　第 4 教学单元用于课堂示范 CAD 命令和功能的图形

4　“作业驱动”下 CAD 融入土木工程制图教学的实践

本文“作业驱动”下 CAD 融入土木工程制图教学模式，先后在扬州大学及南通理工学院土木工程本科专业中进行了多轮的教学实践。教学实践表明，此模式可行且效果良好。在充分保证传统《土木工程制图》教学体系及教学内容与质量的前提下，原《土木工程 CAD》教学效果非常理想，尤其是学生通过“作业驱动”的强化训练，其 CAD 实际能力比原先 CAD 非融入制图教学明显提升。分析其成因主要有：①《土木工程制图》习题作业的设计，自身就是从简单到复杂的渐进过程，如从点、线、面到体，所用到的 CAD 命令来完成作业也是从少到多的，尤其是开始点、线、面单元的作业，完成其相应作业需要用到的 CAD 命令及功能其实并不多；②CAD 教学内容，“作业驱

动”，学了就用，针对性非常强，教学目标非常明晰，且学生完成作业是个 CAD 强化过程，在此过程中 CAD 知识点得到及时消化，其 CAD 熟练程度也在不断增强；③学生受到的 CAD 总训练时间相比 CAD 单独教学增加了近一倍，如土木工程专业的《土木工程 CAD》课程单独教学时，总学时 56 学时，课堂受训时间 24 学时，课后平均 112 学时(按课内时数与课后时数 1∶2 计算)，学生平均受训总时间为 136 学时；CAD 融入土木工程制图教学后，两门课的总学时从原先 120 学时下降为 112 学时，CAD 课堂训练总时间虽然增加不多，安排 32 学时，但课后要求为 224 学时，学生平均 CAD 总受训时间为 256 学时。作者用相同的建筑平、立、剖图形，在土木工程制图与 CAD 分开教学和 CAD 融入制图教学两种模式的受教班级中，对学生完成其图形平均用时进行过对比，后者绘制图形的速度平均是前者的 1.5 倍以上，且 CAD 绘制图形的质量亦明显高于前者；另一方面，第一学期的制图考试，CAD 融入制图教学的班级与 CAD 非融入教学班级使用相同的土木工程制图试卷进行机考，从每次考试结果的统计来看，CAD 融入制图教学班级考试的优良成绩、平均成绩和不及格率都未低于 CAD 非融入制图教学班级，表明此教学模式完全可以保证土木工程制图自身的教学质量。

表 2 《土木工程制图及 CAD》专业部分融入教学的安排(56 学时)

教学单元	主要知识点及教学内容	课时	作业驱动安排
14	7 标高投影 7.1 概述 7.2 直线的标高投影 7.3 平面的标高投影 7.4 曲面的标高投影 7.5 应用实例 7.6 CAD 中图层功能	6	基于标高投影作业要求，结合 CAD 图层功能示范完成标高投影例题，同时要求课后作业在新建图层中完成
15	8 建筑施工图 8.1 概述 8.2 建筑总平面图	2	选择典型实例作为驱动，围绕此工程，介绍总平面图的表达方法
16	8.3 建筑平面图 8.4 CAD 中“多线”、块功能	6	基于典型实例中的平面图绘制作业、掌握“多线”、CAD 块功能，绘制其平面图
17	8.5 建筑立面图	6	基于典型实例中的立面图、CAD 块功能应用，绘制其立面图
18	8.6 建筑剖面图	8	基于典型实例中的剖面图、CAD 块功能应用绘制其剖面图
19	8.7 建筑详图	4	基于典型实例中的建筑详图、CAD 绘制建筑详图
20	9 给水排水施工图 9.1 概述 9.2 绘制给水排水施工图的一般规定	2	介绍给水排水施工图的表达方法
21	9.3 给水排水平面图的绘制方法和步骤	6	依据给水排水平面图的绘制方法和步骤、CAD 绘制其给水排水平面图作业
22	9.3 给水排水大样图和系统图的绘制方法和步骤	4	依据给水排水大样图和系统图的绘制方法和步骤、CAD 绘制其给水排水大样图和系统图所要求的作业
23	10 道路与桥梁工程图 10.1 道路路线工程图	2	依据道路路线工程图的表达方法，CAD 绘制其道路路线工程图所要求的作业
24	10.2 桥梁工程图	4	依据桥梁工程图的绘制方法和步骤、CAD 绘制其桥梁桥台图所要求的作业
25	10.2 桥梁工程图	6	依据桥梁工程图的绘制方法和步骤、CAD 绘制其桥梁总体布置图所要求的作业

CAD 融入制图教学，选择“作业驱动”作为教学的“桥梁纽带”，CAD 相比原先单独教学成为“先行”，学生用 CAD 工具替代传统尺规工具来完成《土木工程制图》作业，实际总用时相比尺规完成作业并未明显增加，所不同的是课程开始阶段学生用 CAD 完成作业花时较多，到了教学的中后期 CAD 作图的优越性充分体现，完成作业所需时间比尺规用时明显减少。更重要的是，“作业驱动”下使用 CAD 完成每次作业，一方面可以让学生逐步熟悉及发挥 CAD 强大的精准绘图功能；另一方面通过 CAD 技术的不断掌握，相同的“作业驱动”下，培养学生便捷解题思维和快速的绘图能力，为学生今后 CAD 工程设计能力的提升打下良好的基础。显然，本教学模式，其突出效果是学生 CAD 能力大大增强了，损失的是学生尺规绘图能力训练。至于学生的徒手绘图能力，可在 CAD 正式完成每个单元作业前，要求学生在习题集上徒手基本绘制作业，然后再上机用 CAD 完成，并将徒手

绘图完成作业的要求作为整个课程成绩评定的一部分。

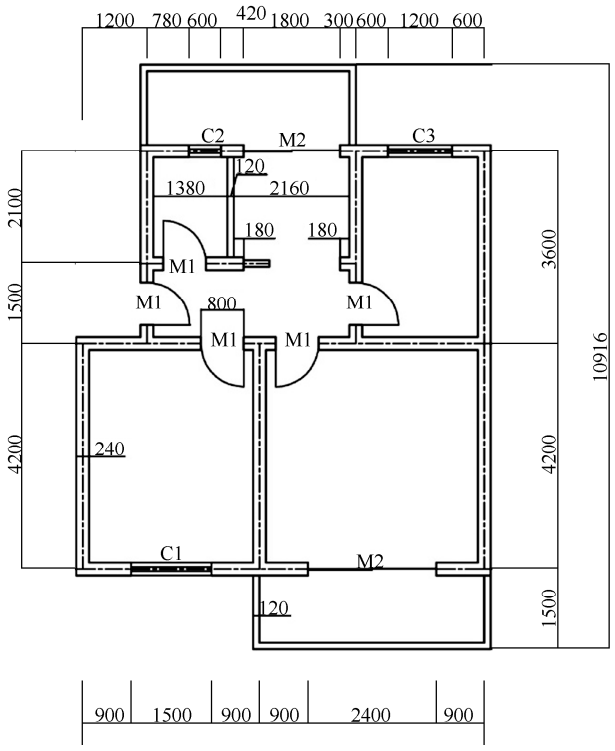

图 2　第 16 教学单元用于课堂示范 CAD 命令和功能的图形

本文“作业驱动”下 CAD 融入土木工程制图教学模式，对授课教师提出较高的要求，需要教师不仅对两门课教学内容非常熟悉，且要求在土木工程制图及 CAD 讲解与示范之间无缝对接，不同环境及软件平台切换能够得心应手，“讲到手到”；同时对学生来说，不仅要求用 CAD 软件及时完成每个单元的作业，且对 CAD 操作熟练程度也有要求，因为第一学期结束时，即《土木工程制图及 CAD》基础部分“作业驱动”的融入教学完成后，要实现学生能够上机考试的目标。《土木工程制图及 CAD》教学在机房进行，教师可根据学生 CAD 掌握情况，随时进行及时辅导，尤其在课程的开始教学阶段更为必要。此外，根据本文教学模式的实践，要确保每个学生使用 CAD 软件独立完成其单元作业，跟上进度，杜绝学生之间拷贝他人作业或将自己作业拷贝给他人。主要做法有：①加强教育；②让学生在课程开始时就签订“不拷贝作业诚信承诺书”；③在批改学生作业时仔细认真，发现其作业“拷贝”现象并不难，一旦发现及时公布并处理。

5　结 束 语

本文介绍了“作业驱动”下 CAD 全程融入土木工程制图课程教学模式的理念，重点研究了具体实现教学模式的方法和路径，即以土木工程制图的“作业驱动”作为教学设计单元，优化其教学体系、教学内容及教学方法，保证了在传统工程制图教学质量的前提下，重点实现学生 CAD 实际应用大力提升的目标。多年的教学实践表明，“作业驱动”下 CAD 融入土木工程制图教学模式较好地实现了预期目标，且教学总时数，相比原两门课程的单独开设适当减少(本文的实践可减少 8 学时)。《土木工程制图》作为土木类基础性核心课程，“甩图板”先行的实践，无疑对后续课程及课程设计、毕业设计等环节中的“甩图板”和“CAD 不断线”起到较好地促进作用。如何从目前的 CAD 融入土木工程制图教学的研究，即“单向融合”为主，进一步走向两门课程的“双向互融”是今后研究的内容。

参 考 文 献

[1] 肇承琴. 采用任务驱动法进行 CAD 教学的研究与实践[J]. 工程图学学报, 2009, 30(S1): 121.

[2] 曾建仙, 赵冬香. 应用型本科土木工程 CAD 教学改革与实践[J]. 图学学报, 2014, 35(1): 151-154.

[3] 朱育万, 卢传贤. 画法几何及土木工程制图[M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2015: 215-286.

[4] 魏阳, 王景阳, 谢建荣. 建筑 CAD 课程教学改革思考[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(7): 318-320.

[5] 谭建荣, 张树有, 陆国栋, 等. 图学基础教程[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 31-148.