

以“图纸”为导向的应用型人才培养

——以土木工程道路桥梁工程方向为例^①

叶元芬

厦门大学 嘉庚学院, 福建 厦门 363105

摘要:我国大规模基础设施建设的开展,导致应用型人才需求迅速增长,实践能力的提高是应用型人才培养的关键.以道路桥梁工程方向为例,针对目前实践教学普遍存在的问题,提出以“图纸”为导向的实践能力的培养新模式,依托“两套图纸”,对同一项目的各个阶段进行设计,实现实践教学的延续性和连贯性,通过“老图纸”的解读和“新图纸”的训练让学生真正理解各阶段内在联系,融会贯通,实现理论联系实际,提高学生应用能力,增强其服务社会的能力和水平.

关键词:“图纸”;实践;应用型;道路桥梁工程

中图分类号: G420

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)04-0139-05

随着上一轮跨越式发展,我国在房地产、道路、桥梁、地铁、码头、机场等大土木工程的各个方面已取得长足发展,并不断取得令人瞩目的成绩,而这一建设高潮还会随着我国新型城镇化建设、“新工业革命”、“一带一路”的实施而持续很长一段时间^[1-2].

1 培养实践能力应用型人才的需要

为了适应新形势的发展,工程应用型人才需求维持高位^[3-5].所谓应用型人才是与精于理论研究的学术型人才和擅长实际操作的技能型人才相对应的,指既有足够的理论基础和专业素养,又能够理论联系实际将知识应用于实际的人才.应用型人才的核心是“用”,本质是学以致用^[6],提高土木工程人才的应用能力,提高学生的实践能力是关键^[7-8].实践是工程的本质特征,直接影响培育的工程师质量^[9].

2 实践环节设置现状及存在问题

为了进一步提高土木工程学生的实践能力,促进应用型人才的培养,各高校设置了许多实践环节,大致分为以下几类:

1) 实习领域

包括课程实习及“三大实习”(认识实习、生产实习、毕业实习).其中,课程实习包括工程测量、道路勘测、工程地质等课程设置的实习环节.认识实习一般在大一入学时开设,目的是让学生了解土木工程的建设对象、建设流程和建设要点等,从宏观上对土木工程学科有大概的认识.生产实习一般在大三开设,目的是让学生将所学专业知识和生产第一线的工程实体结构相结合,更好地实现理论联系实际.毕业实习一般安排在大四开设,目的让学生将大学四年所学与实际工程融合,为毕业后的工作奠定良好的基础.

① 收稿日期: 2018-05-30

作者简介: 叶元芬(1983-),女,硕士研究生,副教授,主要从事桥梁工程结构的研究及教学工作.

2) 实验领域

包括土木工程材料实验、材料力学实验、混凝土基本构件实验、土力学实验、水力学实验(流体力学实验)等。

3) 设计领域

包括课程设计和毕业设计(论文)两个实践环节。课程设计包括基础工程、混凝土结构设计、桥梁工程、道路勘测、路基路面、概预算及施工组织等课程设计。毕业设计一般设置在大四开设,目的让学生将所有课程形成有机体系,并将知识融会贯通灵活运用,为今后实际工作奠定基础。

以上实践环节的设置非常完整、全面,但实施过程中仍存在问题:

1) 实习领域中的“三大实习”的安排必须依赖工程现场进行,但学校与企业的联系相对较少,加之学生参观实习对于企业单位尤其是生产部门而言还存在一定的安全风险。因此,即使有实习基地,企业安排学生实习实践积极性不高,加之实际工程参观实习还受到工程施工阶段及工程地理位置的制约,实践教学缺乏深入性和实际价值^[10-11]

2) 实验领域中基础课程实验主要为验证性实验^[12],学生通过实验可以理解理论教学的基本原理及知识点,但对实验的设计及实验与工程的联系及应用仍认识不到位。比如,土木工程材料实验可测定混凝土抗压强度设计值,但部分学生并不理解该实验的意义,即如何将混凝土抗压强度设计值应用于实际工程。此外,部分课程实验成本较高。如,混凝土构件实验中混凝土梁需要将近 2 000 元/根的市场价(钢筋的截断、模板等若无专业仪器需向中间承包商定制,此为定制价格),为达到较好的实验论证效果需要做超筋、适筋、少筋 3 种钢筋配置方式各 3 根梁,一组同学此项实验成本将达到近 2 万元。

3) 设计领域中,课程设计时学生主动学习积极性不高,碰到问题容易有畏难情绪。课程设计一般随课程开设,由于各门课程开课学期不同,各项设计训练相对独立,学生往往只能完成某项设计,实践教学缺乏层次性及完整性^[13],学生无法形成对整个课程体系的良好把握,不利于知识的融会贯通和理论联系实际。毕业设计(论文)较课程设计更为综合,但由于时间限制,只能对大部分知识进行梳理。如,选择对某一条路(或某一座桥)进行设计,就只对道路工程(或桥梁工程)各相关课程知识进行较为系统的总结应用,对道路与桥梁的相互关系,设计与施工、施工组织、工程概预算等之间的相互关系无法树立全局概念,形成有机整体。

3 用好“两套图纸”——以“图纸”为导向的实践教学模式设置

应用型人才的本质内涵是科学技术转化为现实生产力的重要桥梁,是高等教育应用价值的直接载体,是“智慧”转化为“实惠”的关键所在^[6]。就土木工程而言,这个“实惠”是让土木工程专业学生能和今后就业连接^[14]:看懂和读懂工程图纸、设计图纸,并把工程图纸变成工程结构物。因此,整个实践能力培养模式可以解读为重建课程体系^[15-16],以“图纸”为导向,让“两套图纸”贯穿整个实践环节,让学生真正理解土木工程做什么,怎么做。所谓“图纸”,是指实际工程结构物的施工图,其内容要求丰富、全面。对于道路桥梁工程方向的学生而言,该“图纸”不仅包括道路工程中的总体设计、路线、路基路面等内容,还应包括桥梁、涵洞等工程结构物。这“两套图纸”一套为已建道路项目的“老图纸”(如 XX 高速工程施工图图纸),一套为拟建道路项目的“新图纸”。通过“老图纸”的解读,让学生了解土木工程行业的设计内容、设计要求、设计方法及设计要点。如图 1 某公路两阶段施工图设计桥涵分册中的某桥型布置图中的结构立面图(局部),在该“老图纸”解读时,让学生明白该立面图中桥梁分孔、桥梁总跨径、梁高、桥面标高、设计水位(通航水位)、基础类型及基础埋深等内容涉及哪些课程、如何确定、其要点和难点各是什么。通过“新图纸”的训练让学生勇于创新,开拓思路,主动建立学科联系、课程联系、知识点联系,理论联系实践,设计出自己的作品。图 2 为新建项目某桥梁的下部桩基一般构造图,需要学生依托基础工程、桥梁工程、工程地质、土力学、混凝土结构设计原理等课程知识进行设计。以“图纸”为导向还可顺利解决目前实践教学存在的问题。

1) 实践教学缺乏深入性和实际价值的问题,可通过“两套图纸”对实践能力进一步巩固加强。除“三大实习”及各类课程实习外,指导教师还需准备好“两套图纸”:即“老图纸”+“新图纸”。在认识实习时,将

“老图纸”展示给学生,配套后期运营照片,激励学生学习热情,让学生明确学习目的及意义。同时,介绍人才培养方案,解释课程间的相关联系,解读学科知识体系,让学生形成感官认识,对“老图纸”依托的核心知识点及相关课程进行说明,待相关课程开设时,学生学习积极性更高,学习目的更明确。在课程实习环节,学生开始创建“新图纸”。通过测量实习,绘制等高线等地形图;通过工程地质实习,了解不同地质构造对道路及桥梁结构物的影响进而确定道路勘测实习的选线、定线。

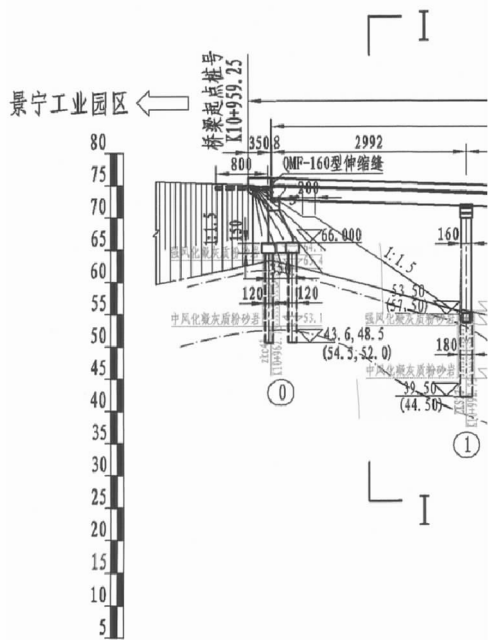


图1 某桥梁结构立面图(局部)

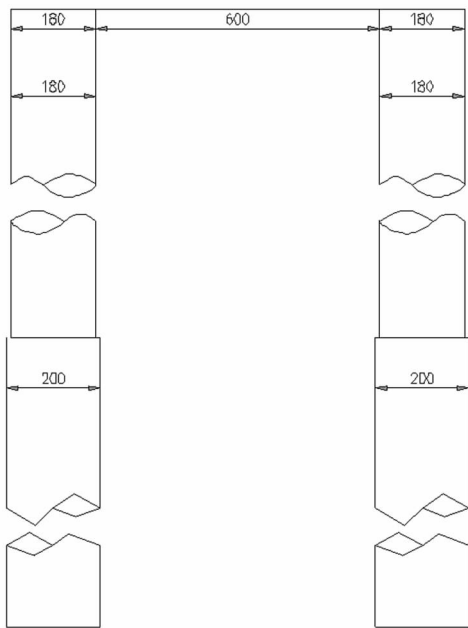


图2 某桥梁桩基一般构造图

2) 实验领域的问题,可实现由原验证性实验向“验证性+创新应用性”实验转变,进一步提高学生实践能力和创新意识。如,可通过土木工程材料实验对“新图纸”中道路、桥梁工程材料的物理、力学性质指标进行测定,通过土力学实验确定该区域的土体、岩体物理性质及工程力学性质指标,继而确定拟建道路选线及桥梁基础类型的选择等。测定物理、力学性质指标实验仍具有验证性的特征,但因学生需要自己动手、动脑设计实验并将实验成果应用于实际工程项目,这种参与式^[17]的体验使实验更具实践性和创新应用性,学生对于相关实验知识的掌握也会得到强化。此外,整个实践环节应尽量考虑延续性。如,在土木工程材料实验中,增设简支梁浇筑实验,综合考虑实验成本和实验实际效果,每组实验浇筑的梁可降低为1~2根。在实现使学生熟练掌握材料基本性能的同时,还可通过让学生亲自动手支模、绑扎钢筋、浇筑混凝土的方式,全面地提高学生动手能力,进一步提升学生对构件的认识,为后期学习混凝土结构设计原理课程进一步奠定基础并培养兴趣。待学习混凝土结构设计原理时,可直接将土木工程材料实验制备的简支梁用来进行实验。虽然网上的视频资料很多,制作简支梁会有一定的支出,但由于该简支梁试件为学生亲手制作,学生学习兴趣会进一步提高。此外,自行制作梁体资料完备,可进一步增设加载实验前的承载能力估算和实验后结果的分析论证环节。虽然试件数量不多,无法对少筋、适筋、超筋概念形成完整认识,但实验全过程的自我设计与高度参与仍可以达成良好的实验效果。而该简支梁实验从制作到后续加载分析的全过程也让学生对材料和结构的关系有了更深刻的体会,对结构设计概念更加清晰,并逐渐帮助学生建立全局工程观,学习效果自然事半功倍。

3) 设计领域关于课程设计相对独立、学生难以形成统一体系认识的问题,考虑到延续性,仍可利用“两套图纸”进行解决。“两套图纸”中的道路选线、定线是道路勘测设计课程设计要解决的问题;路基、路面以及挡土墙设计是路基路面工程课程设计的内容;涵洞、桥梁结构物的设计是水力学与桥涵水文、混凝土结构设计原理、桥梁工程及墩台基础课程设计的内容。而施工组织与概预算课程设计可以对“两套图纸”中的两个项目进行良好的施工组织设计并对其建设成本进行核算,编制概算及预算表。“老图纸”的解读是“化整为零”,将原本复杂的一个大型项目分解为各分项,通过各专业课程知识的解读更好地理解整个设计

意图(图1),可拆分为以下内容:地质情况、桩基础设计、桥梁上部结构设计(包括桥跨结构、伸缩缝等)、桥台设计和材料使用等。在工程地质课程学习时,可对工程地质情况进行解读(通过对照图中地质钻孔柱状图);在桥涵水文课程学习时,可对水文地质情况、桥梁上部结构的分孔情况进行说明;在基础工程课程学习时,理解桩基础的承台(厚1.5 m)、桩数(4根)桩径(1.2 m)、桩长(30.9 m)等的确定方法;在桥梁工程课程学习时,掌握伸缩缝的设置依据(QMF-160)、梁高(2.0 m)、跨径大小(30 m跨径)及桥台的设计(为何选用肋板台及其设计要点)等。“新图纸”的解读是“化零为整”,将一门又一门的课程知识灵活运用并循序渐进地对各个分项进行精心设计,形成各科目的课程设计,在设计过程中需要考虑各项目之间的有机联系,最终“归一”为一个完整的复杂的项目设计。如图2,虽为基础工程课程设计成果,但在该设计过程中,需要依赖桥梁工程课程设计成果,提取上部结构传递的支座反力结果,需要依赖工程地质课程提供的钻孔柱状图解读,最终确定其下部采用桩柱式基础。由于基础高度较小,可不设系梁,柱径1.8 m,桩径2 m,桩中心距大于3d(d为桩直径),而后续桩基配筋图则需要混凝土结构设计原理课程的知识作为依托。待该基础设计完毕后,可直接作为最终新建项目桥梁工程下部桩基一般构造图。由于实践环节始终以“图纸”为导向,学生自始至终是对同一个项目进行各个阶段各个部分的设计和计算,能最大限度地理解和体会各学科之间的关联。当完成一系列课程设计等实践练习后,学生能最大程度建立课程知识点之间的联系,使专业知识形成一个有机体系,融会贯通、灵活运用,“新图纸”的设计便是最终的成果,这不仅可以提高学生的实践性,还进一步提高了学生的创新能力和自信心。以“图纸”为导向的实践教学模式设置对大学四年所学知识进行了全面、系统的总结和应用,对于进一步提高学生的实践能力,提高其应用水平及全局工程观具有非常好的作用,同时弥补了毕业设计环节由于时间限制无法进行所有知识融合,做完整项目的缺陷。

4 教改及效果反馈

为了更好地实现应用型人才培养,对厦门大学嘉庚学院2016级道路桥梁工程方向的学生进行了以“图纸”为导向的培养模式改革。在已经结束的工程测量、道路勘测设计等课程中,我们向学生展示了“老图纸”——某市生态产业集聚区某公路工程两阶段施工图设计,将其拆分,对其中的总体设计及路线设计进行了深入解读,让学生对道路工程的勘测设计有了较深入的学习和理解。在此基础上,利用学校实践周,组织学生对校区的地形地貌进行勘测,并完成校区道路的设计,形成“新图纸”。而后续课程桥梁工程、基础工程、路基路面、道桥施工及施工组织等都将依托前期的那“两套图纸”进行进一步的拆分解读和设计训练。通过对“老图纸”中各册施工图纸的解读使学生充分理解道路工程、桥梁、涵洞等结构物的设计意图、要点、难点;通过后期不同科目的课程设计对“新图纸”进行不断补充完善,学生最终可形成一个完整的道路工程施工图设计,当然,看懂、读懂施工图的能力更是早已具备。

从学生提交的道路勘测设计课程设计和平时课程学习的反馈情况看,以“图纸”为导向的教学方式已得到学生的充分认可,虽然课程的作业量增多,但他们的实践能力和创造能力得到了切实的提高和改善,大部分学生表示收获颇丰。

5 结 语

土木工程应用型人才培养的关键是提升学生的实践能力。为了进一步实现应用型人才培养的目的,以“图纸”为导向将专业核心课程进行串联,形成土木工程核心知识点的有机体系,让学生将四年所学融会贯通。由于“两套图纸”包括了整个工程建设的总过程,包括前期的测量、资料收集、中期的设计以及后期的施工,内容丰富,且由于针对的是同一项目的各个阶段,具有实践环节延续性及连贯性的特点。但因实施过程涉及不同课程,因此需要各任课教师以教研室为单位通过组织教研活动等方式对“两套图纸”进行深入学习和探讨,明确各课程相关教学内容及教学方式等。

总之,以实践能力为导向的应用型人才培养模式不仅可以增强学生理论联系实际的能力,还能进一步提高其工程理解能力和创新能力,继而提升其专业素养和全局观,为毕业后的深造或工作奠定良好的基础,提高其服务社会的水平和能力。该做法具有较好的推广价值,对于土木工程其他方向或相关专业、机电工程等其他工科专业均有较好的借鉴意义。

参考文献：

- [1] 袁 驷. 土木工程：既要论术，也要论道 [J]. 土木工程学报, 2016, 49(1): 1-2.
- [2] 齐加连, 赵亚丁, 齐晶瑶, 等. 面向新工业革命的建造领域人才培养问题研究 [J]. 高等工程教育研究, 2016(2): 26-31.
- [3] 王卫东, 彭立敏, 余志武, 等. 土木工程专业特色人才多元化培养模式研究与实践 [J]. 高等工程教育研究, 2015(1): 144-148.
- [4] 马 楠, 曾玲晖, 刘 叶. 基于协同创新的应用型本科高校创业教育模式研究 [J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 146-150.
- [5] 叶飞帆. 敏捷高等教育的理论与实践 [J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 75-81, 95.
- [6] 吴中江, 黄成亮. 应用型人才内涵及应用型本科人才培养 [J]. 高等工程教育研究, 2014(2): 66-70.
- [7] 徐和清, 柳和生, 赖明谷. 地方本科高校应用型人才培养质量影响因素的实证研究——基于“同级类差”与“同类级差”的视角 [J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 94-98.
- [8] 刘勇健, 吴炎海, 韦爱凤, 等. 土木工程人才培养方案研究 [J]. 高等建筑教育, 2010, 19(6): 13-17.
- [9] 肖 静, 范小春. 夯实培养环节全面提升学生工程素质——以土木工程专业为例 [J]. 高等工程教育研究, 2017(4): 78-80.
- [10] 董 倩, 刘东燕, 黄林青. 卓越土木工程师实践教学体系构建 [J]. 中国大学教学, 2012(1): 77-80.
- [11] 魏新江, 张世民. 土木工程本科教育改革研究 [J]. 高等工程教育研究, 2008(S2): 4-6.
- [12] 高朝虹. 浅谈土木工程专业实践教学存在的问题及对策——以九江学院为例 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(9): 229-232.
- [13] 李培根, 许晓东, 陈国松. 我国本科工程教育实践教学问题与原因探析 [J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 1-6.
- [14] 符 茵. 以就业为导向的高校应用型人才培养模式探究 [J]. 继续教育研究, 2017(11): 105-107.
- [15] 郭树东, 吕秋君, 赵莉莉, 等. 地方本科院校转型发展的思考——以黑龙江工程学院为例 [J]. 教育探索, 2017(4): 59-61.
- [16] 李方慧, 赵永江, 赵文军, 等. 土木工程专业人才培养方案修订的几点思考 [J]. 高等建筑教育, 2014, 23(6): 16-19.
- [17] 孟二从, 余亚琳, 鲍安红, 等. 参与式教学在土木工程实验课程中的应用 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2018, 43(4): 161-166.

On Cultivation of Applied Talents by Making Full Use of “Drawings” ——Taking the Road and Bridge Engineering Specialty as an Example

YE Yuan-fen

Tan Kah Kee College, Xiamen University, Xiamen Fujian 363105, China

Abstract: The boom of infrastructure construction in China leads to the rapid increase of demand for applied talents in the field of civil engineering. The improvement of practical ability is the key to the cultivation of applied talents. But nowadays there is still room to make an improvement in practical teaching. In view of this, the objective of this paper is to propose a new pattern of training of practical ability by making full use of “drawings”. The students are required to understand an “old drawing” first, and then to finish a new design of a project including different continuous phases. Making full use of “two sets of drawings”, say, the interpretation of “old drawings” and the thorough design of “new drawing”, the students will well master the complete design procedure from a perspective of a system. They will bridge the theory and practice, improve their application ability and so serve the society well in their future professional career.

Key words: “drawing”; practice; applied talents; road and bridge engineering specialty