

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2017.03.010

欢迎按以下格式引用:刘先珊,许明. 土木工程专业工程水文学课程教学方法探讨[J]. 高等建筑教育,2017,26(3):41-46.

土木工程专业工程水文学课程教学方法探讨

刘先珊,许明

(重庆大学 a. 山地城镇建设与新技术教育部重点实验室;b. 土木工程学院,重庆 400045)

摘要:工程水文学的理论性及实践性均较强,学习难度较大。针对土木工程专业学生在学习过程中存在学习兴趣不高、学习效果差的问题,阐述了课程教学中教师与学生两方存在的问题,并通过实践教学提出了教学模式、教学方法、教学方案等改进建议和措施。其结果表明,将理论知识与专业背景紧密结合,采用灵活多样的教学方式,有利于提高土木工程专业学生学习该课程的积极性,使得教学与专业培养目标更一致。

关键词:工程水文学;教学模式;教学方法

中图分类号:G642;TU11

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2017)03-0041-06

工程水文学是水利类和土木工程类专业的一门必修专业基础课程,是将水文学的基本理论与方法应用于工程建设与管理的一门技术学科。课程涉及水文学原理、水力学、水文地质学等基础知识,概念抽象且应用性较强,土木工程专业学生前期基础知识的了解宽泛笼统,课时安排少,学习难度较大。学生普遍反映教学内容枯燥,学习积极性不高,效果差。

因此,对于大土木专业的学生而言,需要教师在教学过程中结合学生的专业情况,从水文知识的需要角度出发,将水文学知识、理论和方法与土木专业知识相结合,旁征博引,通过实际工程案例来说明课程与专业的相关性以及在实际领域的应用前景。课堂教学中既要注重对基本原理、基本概念的描述,又要注重原理、方法在生产实践中的应用,同时,还需要运用现代信息技术手段设计出更具新意的课件以吸引学生,从而提升学生对该课程的认识以及实际应用能力。

一、课程教学中存在的问题

在授课过程中发现,学生对水文学课程的学习普遍感觉难度很大,特别是对于大土木工程专业的学生,由于前期未接触水文学、水文地质学及水力学等基础课程,学生对很多基本概念模糊。只有少数学生能掌握课程的主要内容,一部分学生能听懂课堂内容,但不能灵活运用所学的理论知识解决实际问题,知识迁移能力差,创新性及实际操作能力较弱。面对不同专业的学生,由于

收稿日期:2016-06-13

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51478065);国家山区公路工程技术研究中心(CSGZJ-2015-09)

作者简介:刘先珊(1978-),女,重庆大学土木工程学院副教授,工学博士,主要从事岩土体水文学理论、多场耦合理论及相关工程数值计算研究,(E-mail) liuxianshan@163.com。

基础不同,教学难度较大。因此,教与学的效果存在一定的差异,就当前的教学过程而言,主要存在如下问题。

(一)课程自身的抽象性

该课程涉及面较广、内容多,不仅包含理论推导及试验研究,而且计算复杂、实践性强,与规范和工程实际联系密切,系统性和逻辑性欠佳,对于没有水文学相关前期知识的学生而言,这无疑加大了学习的难度。另一方面,该课程的基本假定多、公式多,设计过程中既要考虑实际数据的可靠性,又要考虑理论方法对这些实际数据处理的可行性,最终还需要结合多种指标来判定结果的实用性。由此可见,水文学的资料统计和预报结果并不唯一,计算分析中需要融入工程经验。如在讲解洪水位的确定涉及的“频率(P)”时可以引入“重现期(T)”,举例“某水库的设计洪水位千年一遇,设计频率则为 $P=0.1\%$;若某城市发生的是五十年一遇洪水,洪水的设计频率则为 $P=2\%$ ”;讲解“各类库容与洪水位的对应关系”时,可结合三峡工程图片来讲解“总库容、兴利库容、防洪库容”与各级水位之间的关系。

(二)教材的同一性

工程水文学作为水利水电工程专业及桥涵专业的必修课,涉及的内容多且繁杂。目前,为了实现大土木专业的宽泛性和拓展性,土木工程专业的课程培养方案中增加了工程水文学课程,但未及时出版针对土木工程专业特点的《工程水文学》相关教材,培养方案、教学大纲也与水利工程专业及桥涵专业大同小异,教学的内容、难点及重点也基本一致,同一化趋势明显。

(三)教学方案的单一化

目前,各专业课程的授课学时不断缩减,在缩减的课时内讲解与以往相同的知识点,教学难度增大,学生处于被动接受状态,依赖性较强,缺乏思考,也没有足够的时间去思考。工程水文学是一门实践性很强的课程,水利专业的实验课学时约为理论课学时的 $1/3$,11次作业,多次课堂讨论。而对于土木工程专业的学生,教学大纲中未考虑实验课,即使教师在课堂上有实验案例的讲解,也只是纸上谈兵,无法培养学生的动手能力。

(四)学习方法不当

按照惯例,学生一般采用传统方法根据既定的、已知的条件来求解相应的水文学问题。根据水利工程专业及桥涵专业的水文学教学情况可知,学习该课程需要学生有很强的工程背景及工程经验,大多数的公式及方法均是半理论半经验的推导,因此课程的系统性、理论性、逻辑性及严密性相对于一般的专业基础课程要差。土木工程专业的学生前期一般未接触水利、水力等专业课程,且由于当前培养方案设计中缺少相关的实践环节,学生对水文学相关的实际工程了解甚少,很难把握课程的学习节奏,也难以找到适合自己的学习方法。大多数学生认为学习难度大、枯燥、无用,课堂教学死气沉沉,无法形成正常的教学互动,一定程度上影响了教学效果。因此,教师应因材施教,不仅要在课程上讲解水文学的理论知识,还应结合相应的工程背景、通俗易懂且形象生动的工程案例来调动学生学习的积极性,并在教学过程中通过图表法、流程图法、程序设计、动画视频等方式提高学生的理解力及能动性。

二、课程新教学模式初探

工程水文学课程的主要任务是使学生掌握水文学的基本概念、基本理论和相应的水文学计算方法,具备分析和解决实际工程中相关水文学问题的能力。该课程纯理论分析较多,但大多基于经验,如流域产汇流计算中包含了产流和汇流计算,涉及降雨、蒸发、下渗、产汇流等基本概念、原理和变化规律,又十分强调应用方法的掌握,如产流计算的降雨径流相关图法、流域蓄水容量曲线法和初损后损法等,汇流计算的时段单位线法和瞬时单位线法等。

课时的大幅度缩减导致某些教学内容一带而过,课程教学的难点、重点不突出,前后章节内容之间联系不紧密,学生很难把握该课程学习的主线和重点。另外,教师教学中为了保证基本知识点的连贯性,人为增加了一些内容来加强前后章节之间的联系,最终适得其反,增大了学生对该课程的理解难度及学习负担。

因此,针对工程水文学课程教学中存在的问题,结合课程的特征及土木工程专业学生的特点,组织学生查阅涉及水文学问题的相关文献及工程案例,

通过分组课堂讨论、视频演示的方式激励学生,提高学习的主动性,让学生真正看到专业的发展前景,感受到课程与专业的相关性以及在实际中的重要地位。

(一) 多媒体与传统教学方式相结合

工程水文学课程内容由于包含了较多的抽象概念、时空概念和动态演化过程,教学相对其他专业基础课程难度大。仅仅依靠传统的板书教学很难清晰地展示上述概念及动态演化过程,日益成熟的多媒体为该课程的教学提供了重要的教学手段,可实现抽象概念直观化、时空概念明确化以及动态演化过程透明化,课堂教学效果显著增强。

因此,为了充分展示多媒体教学的优越性,教师需不断提高运用教学软件制作课件的能力,将传统教学无法表达的课程内容生动形象展现出来,以吸引学生的注意力,提高课堂教学的质量。如:讲解产汇流计算中的“降雨径流形成过程”,设计三维动画来模拟蒸发、水汽输送、降雨、下渗、地面径流及地下径流形成的整个过程,以帮助学生形成直观感受,提高学习兴趣,实现课堂教学的良性互动。在此基础上,教师通过对径流形成过程进一步讲解,并请学生就视频演示及理论进行讨论,强化学生对该问题的理解和熟知程度。相对于传统教学模式,该方法能更为生动地展示水文学中的抽象概念及各类时空动态演化过程,学生学习效率提高,课堂教学效果明显增强,达到了事半功倍的效果。

对于一些复杂的需要演算、推导的基本理论和计算公式,仍然需要考虑传统教学模式。如:新安江模型的讲解,由于涉及公式多,推导过程繁琐且长,若一味地用多媒体演示,会出现整篇公式的情况,学生看得眼花缭乱,难以搞清推导过程。因此,可采用板书的形式带着学生一步步推导,这样教学节奏相对较慢、条理性更强,学生有足够的理解和消化时间,对知识点的掌握也更扎实。

(二) 教学方案多样化

教师使用多媒体软件进行教学时,在课件准备中需要查阅大量的文献资料,并整理糅合相关信息,然后根据学生的特点进行内容整合,使得理论、试验及工程案例有机组合,形成适用于土木工程专业的、

不局限于现有教材的、针对性强的多源信息重组教案。

由于工程水文学涉及大量计算,手算时间长且易出错,可引入数学处理软件如 Excel、Matlab 等处理计算过程并形成相应的过程图形。新的数据处理方法不仅巩固了课堂教学内容,带动了学生自主学习,拓展了学生的知识面,让学生认识到各类方法的后续有利效应及开放性,增强了学生有效掌握该课程内容的信心。如“适线法”:主要用于推求指定频率的设计年径流量或指定频率的设计时段径流量,适线时需要考虑全部的经验点数据,计算过程中要求学生能将理论与实践有机结合,其操作性非常强。讲解过程中,首先让学生了解“适线法”的基本原理、适线时的数据选择要点:当曲线与数据点拟合不佳,应侧重考虑中下部的数据点,且适当考虑上部的数据点、 $\frac{C_s}{C_v}$ 的合理取值以及计算结果的合理性验证方法等;然后,应基于 Excel、Matlab 软件对“适线法”进行详细讲解,让学生尽快认识和熟悉频率格纸、适线法的制作及运用,为后续设计洪水的推求过程打下基础。可通过以下几种方案来增强教学过程的适用性。

(1) Excel 表法。通过 Excel 表格统计各类水文要素的变化:三个统计参数,相关分析,频率,单位线法来推求设计洪水过程线,分析法求时段单位线等,以上均可采用 Excel 表格来计算。

如下为“设计净雨推求设计洪水”的过程,引入 Excel 列表,如图 1 所示。某流域已知地面净雨深(B 列)、单位线流量(C 列)及地下径流(H 列),根据计算公式得到不同时刻的地面径流为 单位线流量 * 地面净雨深 * 0.1,运用 Excel 单元格功能将各段净雨的地面径流过程求解,即可得到地面净雨 4 mm、10 mm 及 30 mm 产生的地面径流,分别列于图 1 中的 D 列、E 列及 F 列。汇总各时段净雨的地面径流过程即可求出总地面径流过程,运用 Excel 函数 SUM 求出各时刻的地面径流 G 列,得到总地面径流过程。总地面径流加上地下径流得出各时刻的设计洪水 H 列,即可求出设计洪水过程。

A	B	C	D	E	F	G	H	I
时间	地面净雨深	单位线流量	地面径流	地面径流	地面径流	总地面径流	地下径流	设计洪水过程
h	(mm)	m ² /s	4.0mm	10.0mm	30.0mm	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
1	0	0	0	0		0	40	40
	12	4	50	20	0	20	40	60
2	0	10	100	40	50	0	90	40
	12	30	132	52.8	100	150	302.8	40
3	0		121	48.4	132	300	480.4	40
	12		80	32	121	396	549	40
4	0		51	20.4	80	363	463.4	40
	12		43	17.2	51	240	308.2	40
5	0		25	10	43	153	206	40
	12		10	4	25	129	158	40
6	0		8	3.2	10	75	88.2	40
	12		6	2.4	8	30	40.4	40
7	0		4	1.6	6	24	31.6	40
	12		2	0.8	4	18	22.8	40
8	0		0	0	2	12	14	40
	12				0	6	6	40
9	0					0	0	40
						0	40	40
合计	44	632				2780.8		

图1 列表法计算设计洪水

(2)图解法。如“适线法”采用手动配线时,首先将理论频率线与经验频率线均标示于频率格纸上,若理论曲线与点据拟合不好,则根据配线原则调整理论曲线的参数,两者的相关性达到最大即可;采用图解法分析“超渗产流”时,首先要获得累积雨量过程线及下渗能力曲线,在此基础上作图求解;超渗产流的初损后损法包含初损和后损两个阶段,初损值的确定可以根据流域的大小由实测资料分析,建立初损值与流域起始蓄水量、初损期的平均雨间

的关系图;后损是初损的延续,由于与初损量关系密切,需建立后损率与初损量及初期平均降雨强度之间的关系图,然后求得后损率。降雨过程的径流过程流程如图2所示,由暴雨资料推求设计洪水的计算过程如图3所示。



图2 图表法计算径流过程

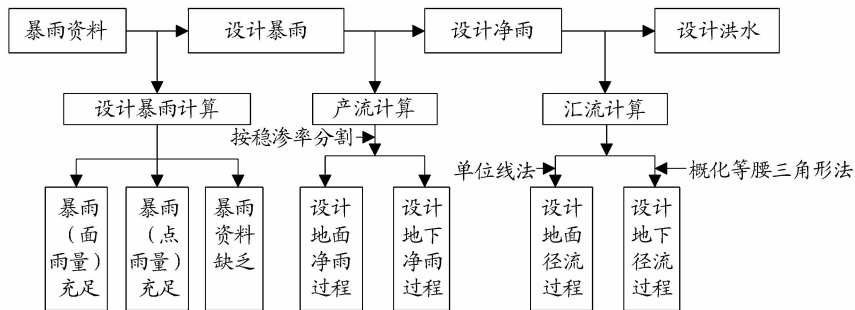


图3 图表法推求设计洪水

(3)工程实例法。“由暴雨资料推求设计洪水”的工程背景很强,对土木工程专业的学生而言,学习难度较大,为了提高教学效果,采用由简入繁的教学方法,特别是选用合适的实际工程案例,有针对性地讲解由暴雨资料推求洪水位的过程。推求方法及演示完毕后,可安排学生推求某已知实际工程暴雨资料的设计洪水,按照暴雨资料分析→产流计算→设

计净雨→流域的产汇流计算→设计洪水分析的步骤逐步完成设计洪水的演化计算。

(三)寓教于学的互动教学

工程水文学是一门理论与实践相结合的课程,对前修课程未涉及水力学的土木工程专业的学生而言,学习过程中容易厌学,积极性不高。因此,教学中应充分考虑教学内容、培养目标与学生自主学习

之间的关系,使得学生在教师教授的方法、软件的运用中获取自主学习的能力,充分发挥每个学生举一反三的能力和创造性。另外,教学中还可以根据教学要求对学生分组,制定相应的任务书,并要求分组学生在课后通过多媒体事先熟悉教学内容和教学要求,下次课堂教学中分组互动探讨任务书的指定内容,各组学生的集思广益将使得课程气氛越发活跃,实现了教师“教”与学生“学”的双向互动,教学效果显著,学生学习兴趣浓厚。

目前,网络教学已成为当前高校教学的一项重要手段,可实现教师与学生实时互动交流答疑,教师可随时掌握学生的学习动向及疑难问题,可在后续教学中针对性地解答或调整课程的教学安排,使得学生对知识的掌握更为全面。

因此,在保证完成教学大纲要求的前提下,适当增加体现水文学研究现状、最新研究成果及工程应用概况的内容,以反映该学科的前沿动态,培养学生的创新意识。由于该课程教学实践环节的缺乏,可要求学生课后针对性地阅读或调研,自行查阅与工程水文学相关的最新研究进展(理论、试验及工程应用等)。与此同时,鼓励学生对调研获得的资料信息进行交流讨论,更进一步了解该课程的理论、技术及最新成果。一般而言,工程类教师大多有相应的工程研究项目,可邀请部分学生参与到科研项目中来,按照甲方的要求完成项目研究任务。该方法可称为科研型教学法,是非常适合不同层次学生的教学方法。鼓励学生创新,将已有的新理论、新思想引入到学生熟悉的领域中,鼓励学生自主创新,而不被教科书或别人的观点所束缚,是课程学习的关键。

(四) 启发式与反馈式教学

课程教学均是基于教学大纲,教师教授新课前要明确下次课的教学内容、教学重点及教学难点,鼓励学生根据教师的提纲形成自己的看法和见解,根据教学需要适时设置提问,启发学生积极思考,引导学生建立详细的思维导图,让学生明确每项内容需要讲解的内容、需要解决的问题以及解决问题的方法,使学生对新课的教授内容更有条理性。

显而易见,在启发式教学中教师只起到引导作用。如产流机制的学习,课堂上可以通过问题的设

置来展开,如“降雨为何有时能使河水位上涨,有时河水位却保持不变”。对此,需要从降雨入渗过程开始讲解,引入雨水损失、截留、填洼及蒸发概念,特别是采用图形的方式分析降雨入渗机理,强调入渗到地面的雨水会由于基质(包气带)对水分进行分配;基质(包气带)的饱和程度对水分分配产生较大的影响,需着重了解基质的物理特征即结构、含水率(饱和状态或水分动态)对雨水的再分配原理;重分配过程中由于包气带的赋存状态导致不同类型径流的产生,哪些情况会产生不同形式的径流呢?最终径流的分流使得河水位变化不同表现为不同的形式。接下来讲解产流的基本条件,这就是典型的启发式教学,通过思维导图的方式逐渐剖析知识点要点,提高学生学习的兴趣和自主性。

另外,每次授课都需要基于已有的基础知识,引导学生积极思考,加深对课程内容的理解,以此引出本次教学的重点及难点。通过学生自主思考,充分活跃学生的思维,在新问题的不断提出与解决过程中启发学生接受新的知识点,增强学生的求知欲,让学生觉得学习该课程是有用的。

每次课结束前,需要对当堂教学内容进行精炼总结,让学生对零散信息进行融会贯通,形成整体性知识点,这也是对主要内容的再一次提炼;也可基于图表、框图的思维导图方式引导学生对课堂内容进行总结。思维导图是一种简单却又极其有效的思维工具,即以某关键词为中心以辐射线的形式连接课堂讲解的关键内容,层层相套,呈现一种放射性的立体结构,形成学生个人记忆的数据库,这是知识点从平面到立体的形成过程,也是一种精炼且形象直观的课程教学总结方式,使得零散知识点更有层次感及逻辑性,学生印象更深刻。

三、结语

根据工程水文学的课程特点,传统教学方式与多媒体、网络课程等方式的有机结合是当前最主要的教学模式。由于土木工程专业前期相关理论基础知识不足,需针对性地进行教学,在教学模式、教学方法、教学方案等不断改进的过程中降低课程的难度系数,增强学生学习的信心及兴趣,通过自主学习和启发式学习来提高学习效率,使得土木工程专业

的学生能更深层次地掌握和运用工程水文学相关理论及方法。因此,在工程水文学的教学中,还需结合土木工程专业的实际需求进一步完善。

(一)教学方法的优化

对计算较多的部分可采用算例演示的方式加深印象,并鼓励学生提出问题,达到启发学生思维和培养学生解决问题的能力。课堂中可增加实践环节,计算部分可设计1~2个小课题,鼓励学生运用讲授的理论方法及数学软件来实现。因此,优化的教学方法可引导学生自主学习,激发学习动机,形成良好的学习习惯。

(二)教学手段的多样化

不局限于课堂的多媒体教学,可通过教学视频、国内精品课程、网络课程、国外大学的课程网站、英文网站中的资料介绍等多项辅助教学材料。可见,结合课堂理论教学、科研式教学与辅助教学为主的教学模式,教学内容更为生动,教学手段更加灵活多变,学生也能通过多渠道认识和了解该课程的应用及发展前景,

加深课程内容的理解。以上方式充分调动了学生的视听、联想思维能力及创新能力,并将该课程中学习的软件、方法拓展至其他课程的学习,进一步增强了学生学习该课程的兴趣,也让学生认识到知识的学习过程是可以多形式和多渠道的,最终形成挖掘式的学习模式,让课程学习变得更有意义。

参考文献:

- [1]彭远新.研究型教学在大学教学中的应用探析——以水文学为例[J].科技信息:学术研究,2007(7):17-18.
- [2]林亦平.对研究型教学模式在工科院校创新意识培养中的理论与实验的认识[J].当代教育论坛,2007(1):109-110.
- [3]克尤木·别克.工程水文学教学过程的探讨[J].教改探索,2007(1):32-33.
- [4]向友珍.工程水文与水利计算课程教学方法改革探索[J].高等教育研究,2005(3):37-38.
- [5]仇锦先,陈平.“框图”教学模式在“工程水文学”教学中的应用[J].中国电力教育,2009(4):54-55.
- [6]徐冬梅.工程水文学课程教学改革探讨[J].教改探索,2010(1):114-116.

Discussion of teaching method about the engineering hydrology course of civil engineering

LIU Xianshan, XU Ming

(a. Key Laboratory of New Technology for Construction of Cities in Mountain Area;

b. School of Civil Engineering; Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

Abstract: The course engineering hydrology requires more abundant theory and practice so that students feel studying more difficultly. Aimed to many students majoring in civil engineering studying this class with no interest and poor efficiency, the problems coming from the teachers and the students have been clarified in the process of the teaching, and some improvements in teaching pattern, teaching method and teaching program combining with practical teaching have been proposed. The results indicate that close combination of theoretical knowledge and the major, and flexible teaching methods are all benefit to enhance the enthusiasm of the students majoring in civil engineering and make this course teaching agree with the major training goals.

Keywords: engineering hydrology; teaching pattern; teaching method

(编辑 梁远华)