

桥涵水文课程教学方法研究

杨虹¹, 李丽芬¹, 莫紫屿²

(1. 佛山科学技术学院, 广东 佛山 528000; 2. 兰州交通大学, 甘肃 兰州 730070)

摘要:桥涵水文课程是土木工程专业交通土建方向的一门重要专业课程, 内容涵盖了桥梁初步设计的主要内容及步骤, 如何在教学过程中抓住主要问题引导学生更好地理解基本的桥梁方案设计方法值得思考和研究。对此, 文章结合 CDIO 工程教学模式进行了探讨。

关键词:桥涵水文; CDIO; 教学研究; 学习模式; 设计流量

中图分类号: V442-3; G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1005-2909(2014)04-0103-04

桥涵水文课程是一门内容丰富、有着重要应用价值的课程, 是土木工程专业交通土建方向必修的重要专业基础课程之一。桥涵水文是研究河流和海洋水文环境对桥梁设计的影响的一门学科。20世纪50年代中国就开展了系统性的桥位设计的科研活动, 随着交通建设的进一步推进, 中国的桥梁水力、水文学从过去比较依赖国外水文计算公式和结果的情况, 已逐渐发展形成了中国的桥位设计体系。到21世纪, 桥位设计更是发展到了一个新的水平, 桥梁与环境的关系也有了较宽泛的内容。所以, 在教学过程中, 要掌握现代科学技术的发展与教学基本需求之间的关系, 把基本知识技能的培养与知识技能的拓宽结合起来, 达到培养、提高学生工程创新意识和创新思维能力的目的。

一、教学模式

河流、湖泊、海洋是地球上最基本的自然形态, 它们时刻影响着人类的生活和生产。桥梁和涵洞作为跨越河流、山涧峡谷、海域等的结构物, 除了方便车辆通行外, 重要的是能够顺利地排泄洪水, 因此, 桥梁、涵洞是与自然环境相互依存、相互制约的统一体。根据河流和海洋水文环境各项因素进行桥梁、涵洞设计是桥位环境设计的重要内容, 充分考虑桥梁与周围自然环境的相互影响, 通过桥涵水文计算, 推算设计流量、选定桥位、拟定桥长、桥型、布设孔径、计算桥面高度、墩台冲刷深度, 这是桥梁工程专业学生毕业设计需要解决的问题, 其中桥涵水文设计计算尤为重要。

学习桥涵水文课程需要较广的知识面和较丰富的专业经验。该课程一般在第五学期开课, 此时, 许多专业课还没有结束, 有的甚至还没有开设, 课程学时又较少, 在这种情况下, 要想获得较好的教学效果, 需要从教学层面等方面下功夫。

从教学层面讲, 任何课程的理论教学都是围绕基本概念、基本理论的讲授进行的, 一般都比较乏味, 但是却又是所有设计计算的根本和基础。桥涵水文研

究的水文现象既是一种物理现象,又是一种在自然界中受各种因素影响的具有偶然性的现象,往往无法用严格的数理方法得到确定的结果,只能通过对随机事件的了解,从历史发展过程推测其变化过程,即所谓“科学就是用理性的方法整理感性的材料”。所以,学习桥涵水文知识学生需要转换思维方式,教师可利用工程教育(CDIO)模式进行授课,将有助于学生理解、掌握整个课程内容。讲课过程中,将CDIO模式的构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)、运作(Operate)理念融入课程教学中,让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程,培养学生学习基础知识的能力、个人动手的能力以及团队合作的能力。

合理设计课堂问题,就是构思(Conceive)和设计(Design)的过程。桥涵水文研究的是桥梁工程与水流环境的关系,桥梁的修建应以不阻碍洪水,不引起河道产生不利变形,与周围环境和谐共存,减少桥梁受到自然灾害侵袭为宗旨,而这一理念应贯穿在整个课程的教学过程中。教学过程中,一是要避免教师的一味讲授,在很多关键内容的讲授中应留有空白,引导学生自己主动学习思考,将所学知识与后续课程内容有机串联;二是尝试将某些问题抛给学生,要求全班学生分组,通过查资料、相互讨论,提出自己

的思考和答案,并做成PPT进行讲解,对此,学生的积极性很高,效果也比较好。

将比较乏味的理论教学通过精心安排,使理论教学更具研究性、工程性,也密切了理论与实际工程的联系。这种方式既激发了学生的求知欲,又达到培养应用型人才的目。

二、学习模式

表1显示了桥涵水文课程的主要学习内容,其中设计流量的推算及应用贯穿课程教学的始终,桥梁、涵洞及道路排水、防护工程的基本尺寸取决于设计流量,教学过程应围绕这个概念进行一系列设计计算。由于教学内容之间的有机联系,应改变单独布置各章作业的方式,而以大作业的形式,将设计(Design)、实现(Implement)、运作(Operate)作为理论联系实际的有效手段,这也是一种“实践、认识、再实践、再认识”的过程。大作业并不是课程结束后布置的,而是根据讲课的进度提出要求,不断增加,要求学生在课程结束后即上交作业。从绘制河床断面图开始,了解水文现象的历史和预测未来的过程,将表1中的每个章节设计计算的内容连成整体,完成桥梁设计中最重要也是最基本的几个技术设计指标——设计流量、桥梁跨径、桥梁高度、桥梁基础埋置深度。

表1 桥涵水文课程教学的主要章节和内容

主要章节	河川径流	水文统计原理	设计洪水流量	大中桥孔径计算	桥梁墩台冲刷	桥位勘测和选择
主要内容	研究河川水文规律与水文要素测验方法为推算设计流量准备资料	按数理统计的方法分析推算设计流量、设计水位	应用不同资料,采用不同方法,推算设计流量	根据设计流量、设计水位推算桥孔最小长度、桥面中心最低标高	根据设计流量确定桥梁墩台基础埋置深度	通过现场勘查、测量、钻探等手段获得自然环境资料选定桥位方案

中国是个地形、地貌复杂多样的国家,东南沿海河网纵横,从东到西有多种河段类型,不同类型的河段上桥孔的布设、桥梁高度的确定、桥梁墩台基础埋置深度的确定都不同,这对于学生的学习极为有利。根据CDIO模式的学习方式,将全班分成若干小组,每个组按不同的题目进行设计计算,这种工程文化教育对学生设计能力的提高很有效,是工程实践与理论知识结合得较好的方式之一。

(一) 桥涵水文课程大作业内容

1. 构思(Conceive)、设计(Design)过程

(1) 绘制给定类型河段的形态断面。

(2) 按照年最大流量系列资料或其他搜集到的

流量资料确定统计参数,并推算设计流量,可采用适线法、形态法、推理公式法、经验公式法确定。几种方法中必须选取2—3种,以相互印证。

(3) 按照设计流量值确定桥孔长度,可采用冲刷系数法、经验公式确定。有兴趣的小组还可以进行桥型确定和桥梁分孔。

(4) 桥面最低高程确定。

(5) 确定桥梁墩台基础埋置深度,分别采用输沙平衡原理建立的公式,根据冲止流速建立的公式、别列柳伯斯基假定建立的公式、64-2简化公式等计算一般冲刷深度;采用65-2公式、65-2修正公式计算局部冲刷深度。

2. 实现(Implement)、运作(Operate)过程

将上述计算结果通过分析确定最终的采用值,绘制在给定的桥位断面上。有兴趣且学有余力的学生可以选择在桥位横断面上绘制桥孔布置图。

(二) 学生算例

1. 设计资料及设计内容

河谷大桥是连接甲县城和乙村的主要桥梁,桥位位于山区非通航河段,采用设计洪水频率 $P = \frac{1}{100}$ 的设计标准,洪水坡降 $i = 4.3\%$,粗糙系数: $n = \frac{1}{40}$, $\bar{d} = 65\text{mm}$ 。

(1) 按给定的 23 年最大流量资料推求形态断面(给定河床断面)设计流量、设计水位;

(2) 桥梁孔径计算;

(3) 桥面最低高程计算;

(4) 确定桥墩基础最低冲刷线标高;

(5) 墩台基底最小埋深计算。

2. 设计计算结果

设计流量、平均流量按照适线法和形态法推算的结果进行对比,结果为:

$$Q_{1\%} = 1080\text{m}^3/\text{s}, \text{平均流量 } vQ = 628\text{m}^3/\text{s}$$

从桥位河段平面图可看出,河谷大桥桥位河段河道顺直,河床断面较规整且稳定,按谢才-满宁公式及流量计算公式推算不同水位处的流速和流量:

$$v_c = \frac{1}{n} R_c^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$Q = A_c v \quad (2)$$

经计算可得:设计洪水位为 $H_s = 2\ 330.25\text{m}$,河槽宽度为 $B_c = 78.82\text{m}$,平均水深为 $\bar{h}_c = 2.70\text{m}$,断面过水面积为 $A = B_c \bar{h}_c = 212.97\text{m}^2$,流速为 $v = 5.09\text{m/s}$ 。

桥孔净长度的计算

该桥位的河段为稳定的砂质河槽,河段开阔、顺直微弯,有明显的河槽宽度 $B_c = 78.82\text{m}$,可按式③进行计算,得到 $L_j = 66.2(\text{m})$ 。

$$L_j = K \left(\frac{Q_s}{Q_c} \right)^n B_c \quad (3)$$

该桥位河段稳定、断面呈 V 形,根据山区河流桥孔布设特点,采用墩台基础置于不同高程的基岩上,将桥台设置在两岸较为合适,故桥孔长度约为 115.0m ,大于最小桥孔净长 66.21m ,是合理的。

桥面最低高程计算

$$H_{\min} = H_s + \Delta h_j + \Delta h_0 \quad (4)$$

桥面中心最低高标为: $H_{\min} = H_s + \Delta h_j + \Delta h_0 = 2\ 333.35(\text{m})$

桥墩一般冲刷深度计算

按一般冲刷 64-2 简化公式(5)、(6)计算:

$$h_p = 1.04 \times \left(A \frac{Q_2}{Q_c} \right)^{0.90} \left[\frac{B_c}{\mu(1-\lambda)B_2} \right]^{0.66} h_{mc} \quad (5)$$

得: $h_p = 5.43(\text{m})$

按冲止流速建立的一般冲刷(64-1 公式)公式计算:

$$h_p = \left[\frac{S \frac{Q_2}{\mu B_{cj}} \left(\frac{h_{mc}}{h_{cj}} \right)^{5/3}}{E \bar{d}^{1/6}} \right]^{3/5} \quad (6)$$

得: $h_p = 8.93(\text{m})$

按别列柳伯斯基假定建立的桥下一般冲刷公式(7)计算:

$$h_p = ph \quad (7)$$

得: $h_p = ph = 1.1 \times 2.70 = 2.97(\text{m})$

根据上述计算,64-1 公式较为适合该河段的情况,取: $h_p = 8.93(\text{m})$ 。

桥墩局部冲刷深度计算

按桥墩局部冲刷 65-2 公式计算,见式(8):

$$h_b = K_\zeta K_\mu B_1^{0.60} h_p^{0.15} \left(\frac{v - v'_0}{v_0} \right)^n \quad (8)$$

得: $h_b = 2.01(\text{m})$

按桥墩局部冲刷 65-2 修正公式计算局部冲刷的回归值 $h_{b(H)}$ 和上限值 $h_{b(s)}$ 可按式(9)和式(10)计算:

$$h_{b(H)} = 0.46 K_\zeta B_1^{0.60} h_p^{0.15} d^{-0.068} \left(\frac{v - v'_0}{v_0 - v'_0} \right)^n \quad (9)$$

$$h_{b(s)} = 0.60 K_\zeta B_1^{0.60} h_p^{0.15} d^{-0.068} \left(\frac{v - v'_0}{v_0 - v'_0} \right)^n \quad (10)$$

根据上述计算,65-2 修正公式的上限值较为适合该河段的情况,故取 $h_p = 1.34(\text{m})$ 。

桥墩的最低冲刷线高程

$$H_{\min} = H_s - h_p - h_b = 2\ 319.98(\text{m})$$

墩台基底最小埋深

由于桥墩总冲刷深度为: $h_b + h_p = 1.34 + 8.93 = 10.27(\text{m}) > 10\text{m}$,按《公路工程水文勘测设计规范》(JTGC30-2002)表 7.6.2 确定墩台基底埋深安全值为 2.5m 。故按照水文条件确定的桥墩基底最小埋置深度标高为: $2319.98 - 2.5 = 2317.48(\text{m})$ 。

三、结语

上述教学方式要求教师重视,对课堂教学的设

计及大作业过程的辅导、跟踪,要求教师对讲授内容非常熟悉,一些重要概念的预留空白也要在课堂上留给学生,课程教学应自始至终突出基本原理与工程实践的关系。教师与学生的互动交流较多,课堂气氛活跃,教学效果显著。

由于各小组的作业题目是针对不同河段类型设计的,因此,提供给各小组独立思考的空间较大,课外学生之间的讨论也明显增多。实践中,大部分学生能够跟上课程进度完成大作业,课程设计计算速度加快。学生相互抄袭作业的现象也大为减少。

能够在大学第五学期完成设计计算方案,增强了学生的成就感和团队合作精神,也提高了学生的学习积极性。

参考文献:

- [1] 顾佩华,沈民奋,李升平,等.从 CDIO 到 EIP - CDIO——汕头大学工程教育与人才培养模式探索[J].高等工程教育研究,2008(1).
- [2] 高冬光,王亚玲.桥涵水文(第四版)[M].人民交通出版社,北京.
- [3] 中华人民共和国行业标准.公路工程水文勘测设计规范(JTG C30-2002)
- [4] 高冬光,田伟平,王亚玲.桥位勘察设计[M].人民交通出版社,北京,2001.
- [5] 陆浩,高冬光.桥梁水力学[M],人民交通出版社,北京,1991.
- [6] 铁道部第三勘测设计院.铁路桥涵设计手册(桥渡水文).中国铁道出版社,1993.

Research on the teaching of hydrological of bridges and culverts

YANG Hong¹, LI Lifen¹, MO Ziyu²

(1. Department of Civil Engineering, Foshan University, Foshan 528000, P. R. China;

2. Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, P. R. China)

Abstract: Hydrological of bridges and culverts is an important course for civil engineering major. The course covers major content and the steps of preliminary design of the bridge. How to seize the main problems in teaching process and how to guide students to understand and master the basic design method of the bridge better is worth studying. The paper discussed the CDIO engineering teaching mode.

Keywords: hydrological of bridges and culverts; CDIO; teaching focal point; studying mold; design flow

(编辑 王 宣)