

以知识学习、能力培养和素质提升为融合目标的“泵与泵站”课程教学设计研究与示例

刘宏远, 方程冉, 颜亚玮, 韩莹, 方以晨

(浙江工业大学土木工程学院, 浙江杭州 310023)

摘要 文章以浙江工业大学给排水科学与工程专业的“泵与泵站”课程为例, 分析了专业课程教学设计和专业培养目标以及学校定位的关系。进行了“泵与泵站”课程一节课教学设计的具体示例, 构建了包括理论学习、专业知识拓展两个层次的教学内容体系。在教学方法上, 采用了讲授、问题分析、小组讨论等多种方式, 注重专业知识的学习和能力的培养。通过学情和学习目标的分析, 针对教学内容, 以“学生发展为中心”制定课程学习目标, 实现了在知识的学习过程中, 掌握专业课的学习方法; 通过离心泵基本方程式的讨论, 学习了解决工程问题的一般思路以及创新意识培养; 通过拓展和研讨专业知识相关内容, 初步体会专业的自豪感以及责任感。文章为“泵与泵站”课程的教学设计提供了一定的方法和模式, 以实现专业知识学习、能力培养和素质提升的融合目标。

关键词 知识 能力 素质 教学设计

培养目标是根据学校定位、各专业结合专业的特点, 制定的切实可行的目标; 是指经过大学4年本科教育, 学生应该所具有的知识、能力和素质; 是学生通过课内学习和课外学习以及所参加各类活动共同完成的。每一门课程、每一次活动都应是实现培养目标的重要一环。本文以浙江工业大学的“泵与泵站”课程为例, 研究了课程教学设计在培养目标达成中的作用和方法, 并以“泵与泵站”课程一节课的具体示例, 阐述了知识学习和能力、素质育人目标的共同达成的关系^[1]。

1 学校定位

浙江工业大学是东部沿海地区第一所省部共建高校、首批国家“高等学校创新能力提升计划”(2011计划)协同创新中心牵头高校和浙江省首批重点建设高校。目标是建设成为研究型大学, 以拔尖创新人才为引领、高级应用型人才为主体、复合型人才为特色, 大力培养德智体美劳全面发展, 富有家国情怀、国际视野、创新精神和实践能力的行业精英

和领军人才。

2 专业培养目标和课程目标

给排水专业的培养目标定位为培养具有一定的国际视野、团队协作精神、持续发展能力和终身学习意识、适应和引领未来的高素质创新型人才。

根据学校定位和专业培养目标, 确定“泵与泵站”作为专业基础课的目标主要有知识目标、能力目标和素质目标, 但是“泵与泵站”课程内容也具有专业课的特点。因此, 其课程目标既要完成其专业基础课的目标, 又要完成专业课的课程目标。其中, ①知识目标要求掌握泵的性质、特点和工作原理, 并了解泵的前沿知识, 以及掌握泵站设计的基本方法和相关规范; ②能力要求能够通过标准规范、图集手册等文献查阅, 在经济技术比较的基础上, 确定合理的泵站设计方案, 并进行泵站设计计算以达到规范要求的能力, 运用泵与泵站等的相关理论解决泵站运行中的问题; ③素质要求能够具有良好的工程意识和创新思维, 具有社会责任感和团队协作精神。

3 “泵与泵站”课程教学设计样例

课程教学设计应包括的内容: 课程目标、每节课的教学目标和具体教学实施方法。教学的设计中应在学习不同维度上, 积跬步以达成最终课程目标; 看

[基金项目] 2022年省级课程思政教学项目建设(浙教函[2022]51号); 浙江省普通本科高校“十四五”首批新工科、新文科、新医科、新农科重点教材建设项目(浙高教学会[2023]1号)

[作者简介] 刘宏远(1971—), 男, 博士, 给排水科学与工程专业负责人, E-mail: lhyzyy@zjut.edu.cn。

似松散的“小组讨论”,控制节奏和方式,可以有效地在学生间形成互动,从而潜移默化地达到团队精神形成目标。每一节课的教学目标将汇集达成课程目标,最终支撑培养目标的达成。

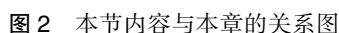
“泵与泵站”课程教学设计样例中,需要分析总的目标和每一章节、每一节课的目标,通过学情分

析,制定合理的“教学”方法,并进行有效的课程评价。尤其是本课程作为专业基础课(各学校应根据具体情况确定课程性质)要完成专业课的学习方法学习以及解决工程问题的一般思路;同时在学习专业知识过程中,培养创新思维和团队合作能力以及达成专业自豪感、责任感的育人目标。

泵与泵站教学设计样例——基本方程式讨论和装置的总扬程

1 教学内容	
第 2.4 节 离心泵的基本方程式 2.4.3 基本方程式的讨论 2.4.4 基本方程式的修正 第 2.5 节 离心泵装置的总扬程	
学习重点	学习难点
(1)能够对离心泵的基本方程式进行合理的讨论; (2)能够对离心泵装置的总扬程进行计算; (3)结合案例能够认识到差距,以及巨大的成就,培养责任感和使命感。	(1)掌握基于基本方程式的研究方法; (2)掌握有关离心泵装置总扬程的两类问题的解决方法。
2 本章知识体系	
<pre>graph TD; A[问题:泵站的设计与运行管理] -- 目标导向 --> B[给水泵站的特点]; A -- 目标导向 --> C[排水泵站的特点]; B --> D[教与学]; C --> D; E[本章“叶片式泵”] <--> F[泵与泵站的概论]; F <--> G[其他形式泵与风机]; E --> D; F --> D; G --> D</pre>	

图 1 本章与各章节关系



2) 责任感、使命感。

为了提高学生的学习成效,教师将从教学设计上引入工程案例、现场学习仿真演示、分组讨论等手段,引导学生自主探究和讨论,在学习过程中完成知识、能力、素质目标。

(2) 本节课学情分析

学生已经学习了离心泵基本方程式的推导过程和初步结论,但尚不能合理应用和对相关问题进行讨论。通过对离心泵基本方程式的讨论,可以紧密联合理论解决实际工程问题,同时有助于培养专业课的学习方法。

5 教学设计思路和策略

(1) 以目标导向,进行教学思路的设计,具体如图 3 所示。

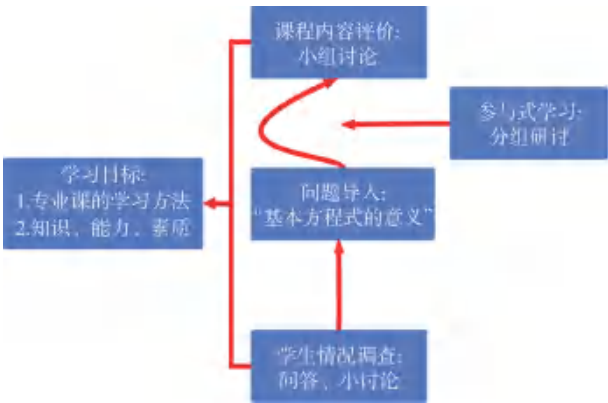


图 3 教学思路设计

- (2) 教学方法和措施:
- 1) 通过思考离心泵基本方程式的研究过程,学习科学和工程问题的研究方法(建立模型——合理设定假设条件,简化模型并求解——结果讨论及模型修正);
 - 2) 针对学生经常性认为“重力加速度”是 9.8 固定值,建议学生在学习中拓展思维;
 - 3) 通过 ΔZ 的讨论,引出我国泵在国际上的技术水平,强化学生专业使命感、自豪感的素质教育;
 - 4) 通过工程问题的解决过程,不迷信教材,追求事物的本质;通过水力计算,体会基础课和专业课学习方法和关注点的不同;
 - 5) 进行分组研讨,学生团队合作。

6 教学设计及教学过程

教师活动	预设学生活动	活动目标
课程回顾:通过提问方式,回顾“基本方程式”的推导过程	3 个基本假设、动量矩方程	复习大学二年级的“动量矩方程”的相关知识;复习 3 个基本假设,为本节课模型修正埋下伏笔
课程讨论:根据“基本方程式”讨论提高水泵扬程的方式方法	根据“基本方程式”,提出合理选择 α_2 、 β 、 n 、 D_2 等参数,提高水泵扬程	与本课程第一章的内容对比,发现第一章的内容由本公式得出结论,体会学以致用用的快感
深入讨论,进一步提示提高水泵扬程的方法	引导学生意识到“ g (重力加速度)”不是一个确定不变的值	拓展学生思维,不要被所谓的常识固化思维

回顾 3 个基本假设,延伸学习科学和工程问题研究方法	师生共同分析 3 个基本假设条件对基本方程式的影响,讨论科学和工程问题的研究方法	学习研究问题的方法:建立模型——假设条件,简化和求解模型——对模型进行评估和检验——应用模型指导实践
课堂学习方式:问题导入、分组研讨、讨论	研讨提升合作、讨论拓展思路	根据学生实际情况,调整教学内容和进度
ΔZ 引出大口径水泵	查资料,比较差别	通过与国外横向对比,与国内纵向对比,强化专业使命感、自豪感的素质教育
总结:回顾本节课的内容,强调 a 专业的学习方法,b 科学(工程)问题研究的基本方法,c 学习的态度(以 1 000i 为例),d 专业的紧迫感和使命感	通过讨论方程式的物理意义,研究提高水泵扬程的方法;通过解习题,学习专业课的学习方法;在工程问题的探讨中,感受专业的紧迫感和使命感	结合课程内容,学习专业课的学习方法,培养学生初步具有解决科学和工程问题的方法,以及感受专业的紧迫感和使命感
复习本节课的知识内容,ss 的物理意义和静扬程的计算方法,提醒在“学习通”上提交	完成习题	完成对知识的复习,加强理论知识和工程问题的学习方法

7 具体教学环节

2.4.3 基本方程式的讨论(总计 20 min)

- (1)回顾离心泵基本方程式的推导过程(1.5 min)
- 1)建立模型
- 2)3 个基本假设
- 3)动量矩方程
- 4)推导过程
- 5)结果

$$H_T=\frac{1}{g}(u_2C_2\cos\alpha_2-u_1C_1\cos\alpha_1)=\frac{1}{g}(u_2C_{2u}-u_1C_{1u})$$

(1)

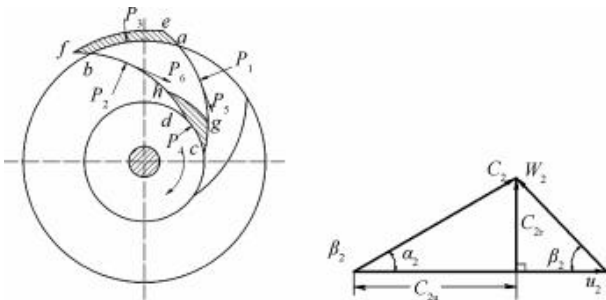


图 4 辅助用图

- (2)讨论(5 min)
- H_T 如何能够更大?(讨论)
- (3)讨论总结(13.5 min)

1) $\alpha_1 = 90^\circ$,

$$H_T = \frac{u_2 C_{2u}}{g} \quad (2)$$

水泵就是这么制造的!

2) α_2 愈小,水泵的理论扬程愈大

在实际应用中,水泵厂一般选用 $\alpha_2 = 6^\circ \sim 15^\circ$

3) 增加转速(n)和加大轮径(D_2)

高速化,大型化——水泵的发展趋势(第一章讲述的:强调基于理论对发展的预测可行性)

4) 离心泵的理论扬程与液体的容重无关

输送不同容重的液体时,水泵所消耗的功率将是不同的,液体容重越大,水泵消耗的功率也越大。

5) g (重力加速度)

鼓励学生突破固有思维, g 不是固定值,知识在一定条件下才是固定值!月球上呢?如果在宇宙飞船上呢?未来的人工重力环境。

6) 水泵理论扬程是由势扬程 H_1 和动扬程 H_2 两部分组成

推导方程:

$$H_T = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + \frac{C_2^2 - C_1^2}{2g} + \frac{W_1^2 - W_2^2}{2g} \quad (3) \quad H_T = H_1 + H_2 \quad (4)$$

? 问:我们希望哪部分更大? ——建造水泵的目的决定了问题的答案。

(4) 回顾 3 个假设条件是否成立以及解决方法

1) 对于假定 1

液体是恒定流。这一条假定基本上可以认为是能满足的。

2) 对于假定 2

在实际应用中需要进行专门的计算来修正。修正后的实际扬程公式如式(5)。

$$H_T' = \frac{H_T}{1+p} \quad (5)$$

实际叶片数有限,存在“反旋现象”,导致同半径处液流的同名速度不相等,须修正(以 PPT 图辅助讲解)。

3) 对于假定 3

没有理想流体,存在摩擦阻力,需要修正。

水泵的实际扬程值将永远小于其理论扬程值。水泵的实际扬程可用式(6)表示。

$$H = \eta_h H_T' = \eta_h \frac{H_T}{1+p} \quad (6)$$

(5) 延伸:通过学习离心泵基本方程相关内容,了解科学和工程研究的基本方法。

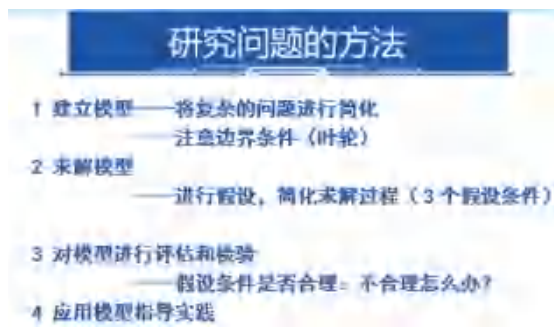


图 5 研究问题的方法

2.5 离心泵装置的总扬程(总计 23 min)

(1) 什么是离心泵装置(2 min)

离心泵配上管路及一切附件后的“系统”。(通过 PPT 和板书说明各部分配件名称)

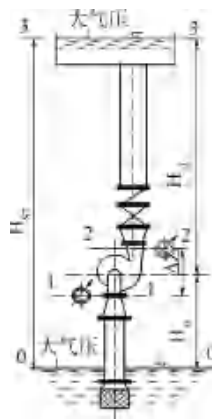


图6 离心泵装置

对图中 ss、sd、ST 的具体物理意义要求学生自行通过互联网或工具书学习,并在“学习通”上提交学习结果。

以“门”的例子解释“止回阀”的原理。(简单生动,并且可以感受工程就在身边)

本节将学习涉及到要解决两个问题:a 如何来确定正在运转中的离心泵装置的总扬程;b 在进行泵站的工艺设计时,将如何依据原始资料来计算所需的扬程进行选泵。

(2) 离心泵装置的总扬程(10 min)

通过 PPT 辅助推导公式,如式(7)~式(8)。

$$H = H_d + H_v + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \Delta Z \quad (7)$$

$$H = H_d + H_v \quad (8)$$

重点讨论 $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \Delta Z$ 被省略的原因,尤其是 ΔZ 的讨论,借此引出我国泵在国际市场上面临的形势(有差距,但成绩也巨大,使命感、责任感),以 PPT 辅助说明如下。

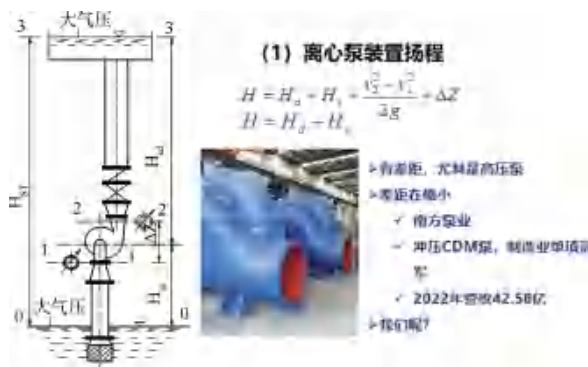


图7 PPT 辅助说明

(3) 离心泵装置的设计扬程(5 min)

以 PPT 辅助推导:

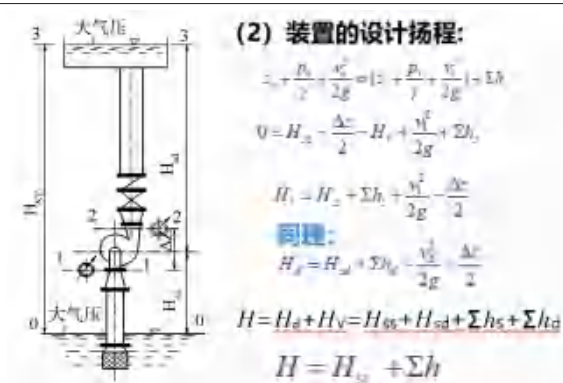


图8 PPT辅助说明

* 强调:水泵的静扬程是两个自由液面之间的高程差! 如果不是自由液面怎么办? 在“学习通”上有作业。

(4) 利用装置的设计扬程解决设计问题(6 min)

以 PPT 辅助讲解。

重点解决以下问题

1) 教材习题中的错误问题(a 不迷信教材,b 会反馈给出版社)

2) 工具书上水力坡度为什么是 $1\ 000i$, 不是 i ? 思考如何把工作做得更好。

3) 压水管局部水头损失不进行计算, 而采用沿程水头损失的 10% 计。原因是什么? 强调解决工程问题和专业课学习方法的特点(以水头损失应该是 n 而不是 2 的例子辅助)。

小结(2 min)

回顾本节课的内容, 强调 a 专业的学习方法, b 科学(工程)问题研究的基本方法, c 学习的态度(以 $1\ 000i$ 为例), d 专业的紧迫感和使命感。

布置作业: ss 的物理意义和静扬程的计算方法, 提醒在“学习通”上提交。

8 学习效果评价

(1) 学生分组讨论对问题的研究结果反映学习的效果(团队合作研讨)。

(2) g 是否是固定值(拓展思维)。

(3) 发现教材的错误, 正面引导不迷信教材。

(4) 通过 $1\ 000i$ 的讨论思考如何把工作做得更好。

(5) 通过方程式的讨论(高速化, 大型化), 强调基于理论对发展的预测重要性。

(6) 分析我国泵在国际市场上面临的形势(有差距, 但新中国以来成绩也巨大), 进行使命感、责任感的素质培养。

(7) 布置作业, 尤其是教材上找不到答案的内容(ss 等), 鼓励学生借助互联网、工具书学习。

通过课后谈话和作业等, 表明上述学习目标均已达到。

4 小结

教学设计是教学目标得以实现的具体保证, 也是课程教学过程中进度控制的标尺。不同的课程, 教学设计的方式方法不同; 即使同一门课程, 对课程定位的不同, 教学设计的方法也不尽相同。因此, 课程的设计应根据各学校的定位和专业的培养目标等具体情况进行研究、分解, 制定有实际可行的教学方案, 达

到知识学习和能力、素质育人目标的共同完成。

参考文献

- [1] 刘宏远, 方程冉, 颜亚玮, 等. 再谈“泵与泵站”课程教学体系的设计[J]. 中国给水排水, 2022, 38(20): 27-30.
- LIU H Y, FANG C R, XIE Y W, et al. Re-discussion of the teaching system of “pump and pumping station” course [J]. China Water & Wastewater, 2022, 38(20): 27-30.