

# 基于污泥堆肥工程实例的课堂教学模式改革

刘永德<sup>1</sup>, 张杰<sup>2</sup>, 万东锦<sup>1</sup>, 何巧冲<sup>1</sup>

(1. 河南工业大学 环境工程学院, 河南 郑州 450001; 2. 河南工业大学 粮油食品学院, 河南 郑州 450001)

**摘要:** 为改变单向讲授传统教学中学生学习效果差的问题,通过引入污泥堆肥工程实例来开展有机废弃物堆肥知识点讲授,课前让学生带着问题观看工程建设运行视频和预习教材中相对应的知识点,课上由学生结合工程实例分组讨论回答问题、老师讲评补充,课后让学生借鉴工程实例设计一张污泥堆肥工艺流程图,将工程实例贯穿于课前、课上和课后整个课堂教学中,提高了学生学习兴趣,使学生被动学习变为主动学习,所学知识得到提升,达到了主要教学目标。这一教学模式充分体现了以学生为中心的教学理念,提高了学生解决实际工程问题的能力和设计能力,为学生成为一个合格的环保工程师创造了条件。

**关键词:** 工程实例; 课堂教学; 改革

**中图分类号:** TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)24-0021-04

## Reformation of Classroom Teaching Mode Based on Sludge Composting Project

LIU Yong-de<sup>1</sup>, ZHANG Jie<sup>2</sup>, WAN Dong-jin<sup>1</sup>, HE Qiao-chong<sup>1</sup>

(1. School of Environmental Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China; 2. School of Grain, Oil and Food Science, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** For the purpose of changing the one-way teaching problem in traditional teaching process, the sludge composting project examples were introduced to classroom teaching activities in order to present organic waste composting knowledge points. Before class, students were required with questions to watch the project construction operation video and preview the corresponding knowledge content in textbooks. In class, the students gave the answer to above questions after discussion based on the project examples. Then, the teacher gave some comments on students' answer. After class, the students designed a sludge composting process flow chart based on project examples. So, the project examples could be analyzed throughout the whole classroom teaching activities including pre-class, class and after class periods. As a result, the passive learning of students had become active learning, the students' interest in learning could be improved, and the main teaching goals had been achieved. This teaching model fully embodied the student-centered teaching concept, which enhanced students' ability to solve practical engineering problems and design, and created conditions for students to become qualified environmental protection engineers.

基金项目: 河南省研究生教育改革与质量提升工程项目(固废资源化); 河南工业大学2018年本科教育教学改革研究与实践专项项目(GJJJ-ZX24); 河南省产学研合作项目(182107000006)

通信作者: 刘永德 E-mail: liuyongde@126.com

**Key words:** engineering example; classroom teaching; reformation

《固体废物处理与处置》是一门工程实践性较强、具有一定学科交叉特征的课程<sup>[1]</sup>,涉及专用设备较多,工艺技术路线较复杂。目前,主要靠教师在课堂上采用PPT课件单向讲授,因学生缺少生产实践经历,没有建立实际工程理念,导致学生听不懂、学习兴趣不高,课堂注意力不集中,老师滔滔不绝讲授,学生看手机、睡觉等各种不配合,使课堂效果和学生学习效果均较差。此外,课件上仅零散穿插一些图片,学生只得到一些碎片化专业知识,很难将知识点有机地结合在一起掌握,所以到了课程结束时,学生又把知识全返还给了老师,使得学生听课没有获得感,老师讲课只有挫败感。

基于这种现状,考虑本课程的特点,引入工程实例,从学生角度出发,展现工程内容,对单向讲授的课堂教学模式进行改革,先尝试选一个知识点进行,如果能实现主要教学目标(即能针对固体废物领域的复杂工程问题,构建解决方案,并设计相应的工艺流程),再扩展至整门课程。因每节课时间只有45 min,为调动学生学习的主动能动性,培养学生的自主学习能力,达到较好的学习效果,将课堂教学进行了延伸,不仅有课上,还有课前和课后。

## 1 课堂教学实施

### 1.1 工程实例选择

课程组一直开展有机废弃物堆肥的科研及工程实践,积累素材较多,有很多熟悉的工程实例,老师能发挥很好的引导作用。堆肥产物有机肥回用至土壤生态系统,能够实现生态系统的平衡,被认为是可持续的有机废弃物处理技术,近几年得以快速发展,在《固体废物处理与处置》课程中占有极为重要的地位。因此,选择知识点有机废弃物堆肥来开展课堂教学模式改革。

堆肥采用的有机废弃物原料主要有生活污水、厨余垃圾、农业废弃物、畜禽粪便等,其中生活污水是污水处理厂处理生活污水产生的剩余污泥,是一种浓缩污染物,产生量大,有机质含量高,随意堆放会腐烂变质从而污染周围环境,污水处理厂只有对污泥进行了安全处置才算真正实现污水的有效处理。在环保行业里,污水处理工程相对成熟,工程标准要求较高,工程建设较规范,与之配套建设的污泥堆肥工程也相对较规范,作为有机废弃物堆肥工程

实例具有典型性和代表性,因此将依托八岗污泥处置工程开展课堂教学模式改革。

八岗污泥堆肥处置工程(见图1)占地约26.6 hm<sup>2</sup>,总投资为2.575亿元,建设规模为600 t/d,生产辅助设施一次建成,在同种好氧堆肥工艺中,是早期国内规模最大、设备较先进的污泥处置工程,有很好的显示度<sup>[2]</sup>。该工程主要建(构)筑物有地磅房、秸秆粉碎及存放车间、混料车间、好氧堆肥车间、风机房、生物滤池、配电房、加油站、机修车间与车库、化验室、综合站房、消防水池、食堂宿舍、办公楼等。主要设备有地磅秤、送料和回料皮带输送机、有轴螺旋输送机、无轴螺旋输送机、混料机、装载机、翻抛机、温湿度检测仪、自控在线监控设备、射流风机、罗茨风机、离心风机、污水处理一体化系统、高低压配电柜、柴油发电机等。



图1 八岗污泥堆肥工程示意

Fig. 1 Diagram of Bagang sludge composting project

### 1.2 课前预习

先期精心录制了八岗污泥堆肥处置工程有关的建(构)筑物、设备视频,使学生对八岗污泥处置工程有更加直观、感性的认识,以及实际运行过程视频(将堆肥过程分为升温期、高温期、降温期三个阶段进行讲解)<sup>[3]</sup>,使学生看到前端进入的是污泥废弃物,后端排出的是营养土肥料,变废为宝,觉得这一知识点很有实用价值、很有意义,以此激发学生的使命感和学习热情,更愿意学习堆肥化技术。在讲授有机废弃物堆肥这一知识点之前,会提出一系列问题,比如好氧堆肥化原理是什么?好氧堆肥化过程的影响因素及控制方法有哪些?好氧堆肥化工艺及组成单元有哪些?如何评估堆肥产物等?课前让学生观看这些视频和预习教材中这部分知识点,两者结合回答提出的问题,并形成一份报告提交给老师,

以便于老师检查预习效果。

### 1.3 课堂学习

按学号分组,每组6个人,主要是结合工程实例分组讨论和老师讲评,以强化对知识点重要内容的掌握。让每组学生回答课前布置的问题,并说明在工程实例中哪一部分是这一问题的体现,老师再进行讲评补充,从而培养学生的工程意识和工程思维。比如好氧堆肥化原理是什么?学生回答出了堆肥原理公式和相应的文字描述:微生物在好氧条件下,将一部分有机废弃物( $C_aH_bO_cN_d$ )转化为稳定的营养土( $C_pH_qO_rN_s$ ),将另一部分有机废弃物氧化分解成 $CO_2$ 、 $H_2O$ 、 $NH_3$ ,释放大量能量使堆体温度升高,起到杀灭粪大肠杆菌、蛔虫卵和草籽活性的作用<sup>[4]</sup>。但结合工程实例时回答不全面,老师进行了补充,说明八岗污泥处置工程的关键设施发酵车间就是对好氧堆肥化原理的充分表达,并将实际工程的发酵车间与堆肥原理公式以对应图的形式向学生展示(见图2),对应图非常形象、直观,一目了然,学生很容易就掌握了堆肥化原理知识点。污泥堆肥各处理单元与知识点对应如图3所示。

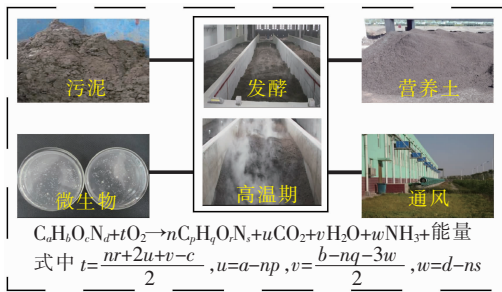


图2 污泥堆肥原理

Fig.2 Schematic diagram of sludge composting principle

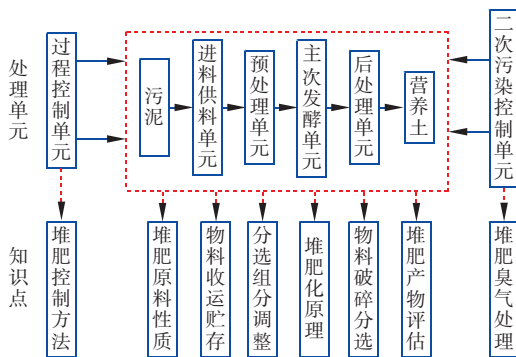


图3 堆肥处理单元与知识点对应示意

Fig.3 Correspondence map with composting processing units and knowledge points

### 1.4 课后自主学习

课后要求学生借鉴八岗污泥堆肥处置工程,用CAD软件设计一张污泥堆肥工艺流程图,目的是让学生将零散的知识点串起来,形成一个有机的整体,以期真正掌握有机废弃物堆肥这一知识点,发展学生有效解决复杂工程问题的技能和高级思维能力,确保学生的能力在将来的工作和学习中能有效迁移到实际问题的解决中。学生设计工艺流程图(其中一个学生设计的污泥堆肥工艺流程见图4)后,还要进行答辩,老师给出成绩,这样做的主要目的:①老师可了解学生们的设计思路,给一些建议,使他们的工程设计能力提高更快;②避免了少数不自觉学生抄作业的问题,体现了面向全体学生的工程教育理念,使所有学生受益于这种课堂教学模式。

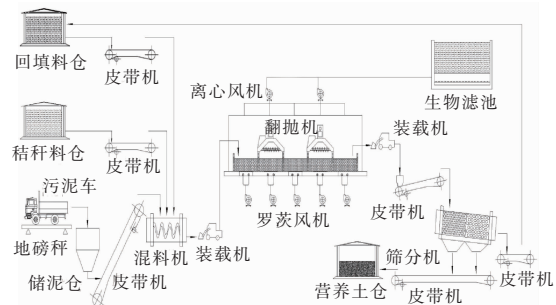


图4 某学生课后设计的污泥堆肥工程工艺流程

Fig.4 Flow chart of sludge composting project designed by a student after class

## 2 教学效果

期末考试时发现,学生对有机废弃物堆肥知识点的掌握程度明显高于其他知识点,考核目标评价在0.9以上,学生们反响强烈,更喜欢《固体废物处理与处置》这门课,极力要求老师以后在讲授其他知识点时也能引入工程实例,这增强了老师将此教学模式扩展至整门课的信心。当然,这种教学模式需要老师付出更多的时间和精力,不过学生学习效果好使老师获得了成就感,老师的职责就是培养学生,学生的成功就是老师最大的安慰,付出的劳动还是值得的。

### 3 有待改进之处

引入工程实例的教学模式实施过程中存在一些不足,下一步需要改进。

① 分组问题。按学号分组有不妥之处,有些组员之间有些小矛盾,导致凝聚力不强,难以发挥团队精神,接下来让学生自愿成组,这样相互协作,能



培养团队精神。

② 考核方式问题。下一步将改变考核方式,从注重期末转向注重过程,将平时成绩比重增加至50%,这样既减轻学生期末考试的压力,又取得较好的学习效果,真正体现以学为中心的教学理念。

#### 4 结语

将八岗污泥处置工程引入到课堂教学中,并将课堂教学延伸至课前、课后,通过提出问题、课堂讨论、教师讲评、公开答辩,达到了教学目标,让学生觉得所学知识可解决实际工程问题,提高学习的积极性和主动性,学生不再觉得上课枯燥无味,不再被动地接受知识,能够更加主动地参与教学过程,并将这一知识点活学活用,提高了其解决实际工程问题的能力和设计能力,为成为一个合格的环保工程师创造了条件。

#### 参考文献:

- [1] 何品晶. 固体废物学科发展与专业教学特点浅议[J]. 中国大学教学, 2018(6): 25-29.  
He Pinjing. Discussion on the development of solid waste discipline and the characteristics of professional teaching [J]. China University Teaching, 2018(6): 25-29 (in Chinese).
- [2] 宋永刚, 陈涵, 王宇峰, 等. 郑州市污泥堆肥处理工程的设计[J]. 中国给水排水, 2009, 25(6): 41-43.  
Song Yonggang, Chen Han, Wang Yufeng, et al. Design of sludge composting treatment project in Zhengzhou City [J]. China Water & Wastewater, 2009, 25(6): 41-43

(in Chinese).

- [3] 刘凯军, 罗华琦, 黄克毅, 等. 低温条件下市政污泥好氧堆肥的中试研究[J]. 中国给水排水, 2019, 35(7): 107-113.  
Liu Kaijun, Luo Huaqi, Huang Keyi, et al. Pilot-scale experiment of municipal sludge aerobic composting in low temperature condition [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(7): 107-113 (in Chinese).
- [4] 何品晶. 固体废物处理与资源化技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.  
He Pinjing. Solid Waste Treatment and Recycling Technology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2011 (in Chinese).



作者简介: 刘永德(1973-), 男, 河南漯河人, 博士, 副教授, 主要从事固体废弃物资源化方向的科研和教学工作。

E-mail: liuyongde@126.com

收稿日期: 2019-10-29

以水定需, 量水而行, 促进水资源可持续利用