

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.24.003

# 人工智能+给排水科学与工程专业复合型人才的行业需求调研

曾晓岚, 崔福义, 时文歆, 赵志伟, 梁建军, 于志鹏, 余璐  
(重庆大学 环境与生态学院, 重庆 400045)

**摘要:** 为满足城镇供水排水行业与人工智能融合发展的需要,针对给排水科学与工程专业历届毕业生就业单位开展调研活动。通过所收集的 234 份有效调查问卷,系统分析了城镇供水排水行业的发展态势以及主要行业部门对人工智能+给排水科学与工程专业复合型人才在知识和能力方面的需求,为构建新工科背景下兼具给排水专业和智能化知识技能的复合型人才培养模式提供支持。

**关键词:** 复合型人才; 知识和能力; 行业需求; 人工智能; 给排水科学与工程专业  
**中图分类号:** TU99 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)24-0011-06

## Investigation of Industry Demand for Integrated Talents of Artificial Intelligence + Water Supply and Drainage Science and Engineering

ZENG Xiao-lan, CUI Fu-yi, SHI Wen-xin, ZHAO Zhi-wei, LIANG Jian-jun,  
YU Zhi-peng, YU Lu

(College of Environment and Ecology, Chongqing University, Chongqing 400045, China)

**Abstract:** To meet the needs of integrated development between urban water supply and drainage industry and artificial intelligence, an investigation was carried out on the former graduates majoring in water supply and drainage science and engineering of Chongqing University. The development situation of urban water supply and drainage industry was analyzed systematically through the 234 collected valid questionnaires. For integrated talents, the knowledge and skill requirement of major industry department for artificial intelligence + water supply and drainage science and engineering was also analyzed. Under the background of new engineering disciplines, this paper provides a support for the training modes of integrated talents of artificial intelligence + water supply and drainage science and engineering.

**Key words:** integrated talents; knowledge and skills; industry demand; artificial intelligence; water supply and drainage science and engineering

作为第四次工业革命的核心驱动力,人工智能正在对社会各行业各领域的深入发展产生深远影响<sup>[1]</sup>。越来越多的企业开始智能化转型升级,对人工智能人才的需求态势呈现爆发式增长,对同时熟

悉专业又掌握人工智能基础理论和技术方法、具有学科交叉融合能力和创新能力的复合型人才需求量更大而储备却极其匮乏<sup>[2]</sup>。如何培养社会需求的高质量人工智能复合型人才,是高等教育的重要课

基金项目: 重庆市高等教育教学改革研究项目(193022); 教育部高等学校给排水科学与工程专业的教学指导分委员会教育教改研究项目(GPSJZW2019-22)

通信作者: 崔福义 E-mail: cuifuyi@cqu.edu.cn

题。教育部 2017 年推进的“新工科”建设、2018 年印发的《高等学校人工智能创新行动计划》、国务院 2019 年印发的《新一代人工智能发展规划》,以及教育部、国家发展改革委和财政部 2020 年印发的《关于“双一流”建设高校促进学科融合 加快人工智能领域研究生培养的若干意见》等,不仅从战略层面对复合型人才的培养提出了规划和要求,而且强调以产业行业人工智能应用需求为导向,深化产教融合,实现人工智能对相关学科的赋能改造,形成“人工智能+X”的复合专业培养新模式。

随着水系统智能化技术的快速发展,城镇供水排水行业对人工智能+给排水科学与工程(以下简称“人工智能+给排水专业”)复合型人才的需求日益增长<sup>[3]</sup>。作为传统工科专业,我国高校给排水科学与工程(以下简称“给排水专业”)从 1952 年创办至今已接近 70 年,为行业培养了大量的高级专门技术人才<sup>[4]</sup>。为了主动适应新技术、新产业、新经济、新职业发展的需要,培养工程实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型“新工科”人才,给排水专业必须贴近行业发展,在精准把握企业、政府和行业高校等部门对新技术领域的人才需求基础上,改革传统工科教育模式,构建“新工科”背景下的培养体系,以促进人工智能时代的行业进步。

通过问卷调查的方式展开研究,系统分析现阶段城镇供水排水行业的发展态势、了解毕业生就业

单位对兼具给排水专业和智能化知识技能复合型人才的具体需求,以期给给排水专业的教育改革提供依据。

### 1 调研基本情况

重庆大学给排水专业创设于 20 世纪 50 年代,是我国最早开办的给排水专业之一。该专业办学质量优异,60 余年来已为行业培养 4 000 多名毕业生,分布在全国城镇供水排水行业相关的设计、施工、消防、政府、企业管理、科研及高校等部门,为我国社会经济发展、城市建设和人民生活水平的提高作出了重要贡献。因此,通过设置调查问卷,以重庆大学给排水专业历届毕业生为调查对象展开调研,涉及毕业生人数多、毕业年代广、就业单位类型多样,调研结果具有良好的代表性。

调查问卷的设计主要围绕当前人工智能背景下的行业瓶颈和接受调查的毕业生(以下简称“受访者”)就业单位(以下简称“受访单位”)对人工智能+给排水专业复合型人才应具备的能力及专业知识、人工智能与大数据知识、编程能力等需求进行信息收集。考虑疫情等因素的影响,为获得准确、可靠的信息,本次调研采用向调查范围人员随机发放、自愿参与、线上填写的方式。此次调研共收到有效问卷 234 份,分别来自设计院所、施工单位等 8 类行业用人单位(受访者单选),如表 1 所示。各受访单位所属的城市类型(按所在经济发展状况划分为一线~五线城市)(受访者单选)如图 1 所示。

表 1 受访单位的类别

Tab. 1 Category of units interviewed

受访单位的类别	数量/个	占比/%	备注
设计院所	72	30.8	传统行业部门
科研院所	45	19.2	传统行业部门
运营及施工单位	29	12.4	传统行业部门,含水务集团、排水公司、监理和概预算等部门
服务及房地产部门	19	8.1	传统行业部门,含国内外大型服务公司、房地产等部门
其他相关部门	69	29.5	非传统行业部门,含信息科技、金融、商贸、产品研发、建材等部门

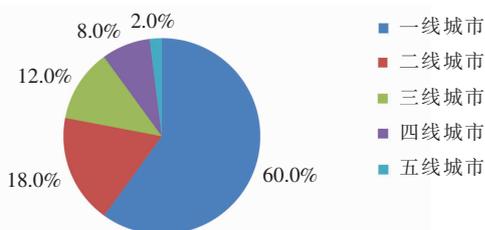


图 1 受访单位所在城市的类型

Fig. 1 City types of the interviewed units located

由表 1 可知,本次调查所收集的信息针对城镇供水排水传统行业部门而言,有 30.8% 来自相关设计院所,涉及科研院所贡献的信息占 19.2%,水务集团、排水公司、监理部门和概预算等运营管理部门、施工单位占 12.4%,国内外大型服务公司、房地产部门等占 8.1%,而来自于城镇供水排水非传统行业部门(如信息科技、金融、商贸、产品研发、建材等<sup>[4]</sup>)的信息占 29.5%。从传统的就业分布来看,

给排水专业毕业生主要从事工程设计、施工管理、工程咨询、水务运营等类别,受访单位基本涵盖了行业主要的职业种类,而工程设计依然是给排水专业毕业生的首要选择。给排水专业毕业生就业面分布广泛,说明社会各领域对该专业毕业生需求的广泛性以及毕业生具有较强从事跨学科职业工作的能力;而科研院所等部门达到接近20.0%的占比,一方面说明给排水专业毕业生具有较强的继续学习潜能,另一方面也间接反映了近年来学校鼓励学生进一步读硕读博,提高“本科毕业生深造率”的成果。总体而言,本次调查能够相对全面地反映给排水专业毕业生的主要就业单位(也即行业用人单位)对复合型人才知识和能力的需求状况。

由图1可知,受访单位来自国内一线城市的占60.0%,二线、三线城市分别占18.0%、12.0%,四线和五线城市均低于10.0%。因此,受访者所反映的行业发展态势以及受访单位对复合型人才的需求信息,分别综合了国内经济发展较好的多数区域及部分经济欠发达区域状况,具有全面性和前瞻性。

## 2 调研结果分析

### 2.1 当前行业瓶颈

调查问卷设计了21个人工智能背景下当前行业可能面临的瓶颈问题,调查结果见图2。

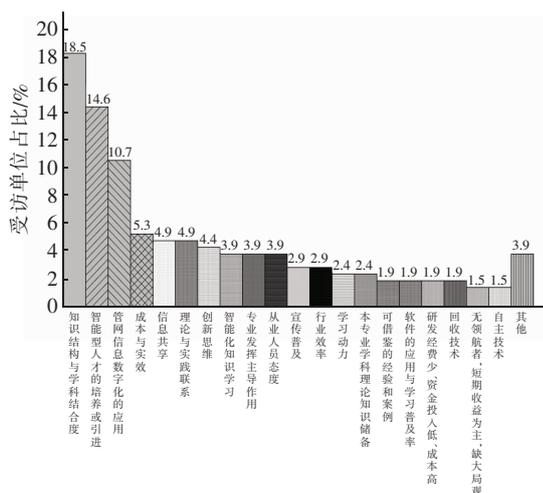


图2 受访单位面临的行业瓶颈问题

Fig.2 Industry bottleneck problems faced by the interviewed units

由图2可知,超过10.0%的受访者认为“知识结构与学科结合度”“智能型人才的培养或引进”“管网信息数字化的应用”等是阻碍单位发展的主要行业瓶颈问题,其均与人工智能知识和技能密切

相关。由此可见,城镇供水排水行业已经不可避免地受到了新兴信息技术迅猛发展的影响,与人工智能的融合已成为突破大多数行业用人单位发展瓶颈的主要力量,而培养人工智能+给排水专业复合型人才将对确保行业的科学、持续、高速发展具有积极的实用意义。

### 2.2 人才能力需求

受访单位对复合型人才7种主要能力的侧重需求(受访者可多选)分析见图3。图3表明,77.8%的受访单位更看重专业知识运用能力和工程实践能力,65.0%的受访单位还看重持续学习能力。创新能力与学科交叉融合能力的选择占比分别为61.1%、56.8%,国际竞争能力及其他能力均低于20.0%(分别占15.4%、4.7%)。由此可见,对于绝大多数行业用人单位而言,毕业生对给排水专业知识的掌握仍是第一要求,培养人工智能+给排水专业复合型人才应该始终将专业知识的掌握和实践能力的提升放在首位,同时要注重激发学生对专业的兴趣,保持他们积极探索的热情,以增强持续学习和创新能力。另外,作为复合型人才显著特征之一的交叉融合能力在学校的教学过程中需要给予足够关注。上述对人才能力需求的调研结果从另一侧面也说明,受各种因素影响,部分用人单位对创新的需求还不十分强烈,反映了在目前发展阶段,其对人才的需求还处于“实用型”“能解决当前问题”的状态;多数受访单位对国际竞争力的需求不高,表明我国城镇供水排水行业的国际化尚处于较低水平。

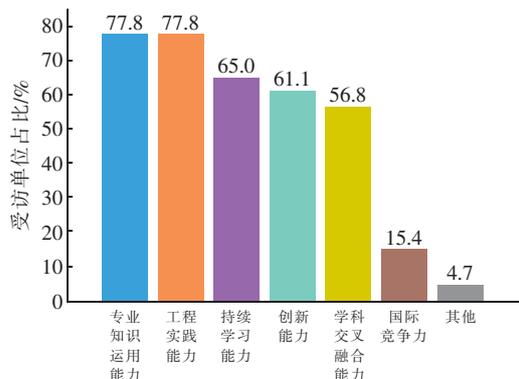


图3 受访单位所侧重的复合型人才能力

Fig.3 Ability of integrated talent valued by the interviewed units

### 2.3 人才专业知识需求

受访单位对复合型人才8种主要专业知识储备

的侧重需求(受访者可多选)分析见图 4。由图 4 可知,与专业密切相关的“给排水管网”“污水处理”“给水处理”“泵站”“施工”“仪表与控制”等获得超过 45.0% 以上单位的重视,而认为前三项知识储备更重要的单位超过 60.0%;重视“英语”及“其他”知识的单位不足 20.0%。由此可见,与前述“人才能力需求”的分析结果一致,具有扎实专业知识的毕业生符合绝大多数用人单位的需要。在人工智能+给排水专业复合型人才培养中,仍不可忽视对给排水工程专业知识的传授。

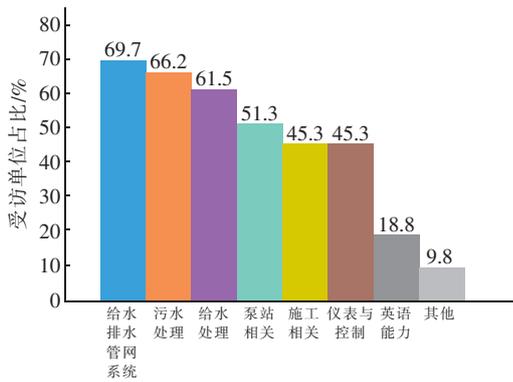


图 4 受访单位所侧重的复合型人才专业知识储备

Fig. 4 Professional knowledge of integrated talents valued by the interviewed units

## 2.4 人工智能应用情况

调查分析表明,有超过 90.0% 的受访单位都认为专业工作与人工智能产生联系,其中联系明显的超过 50.0%,关联密切的为 12.8% (见图 5)。由此可见,人工智能已经渗透到绝大多数城镇供水排水行业。与其他行业一致,城镇供水排水行业与人工智能的融合发展已经成为趋势。

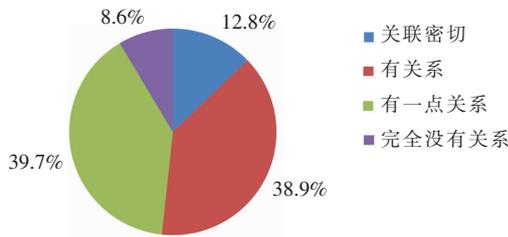


图 5 受访单位人工智能与专业知识结合的密切程度

Fig. 5 Integration of artificial intelligence and professional knowledge in the interviewed units

在人工智能与给排水专业知识结合密切的受访单位中,相应于非传统行业部门的其他相关部门占比最高,为 33.3%,其后是传统行业部门,依次为运

营及施工单位 26.7%、科研院所 20.0%、服务及房地产部门单位 10.0% 和设计院所 10.0% (见图 6)。由此可见,相对于非传统行业而言,给排水传统行业与人工智能的融合相对滞后,而在传统行业中,属于行业主体的工程设计和运营管理等智能化均处于起步阶段。鉴于人工智能已经不可避免地融入各行各业,现在重视并抓紧为行业将来的发展做好人工智能+给排水专业复合型人才储备正当其时。

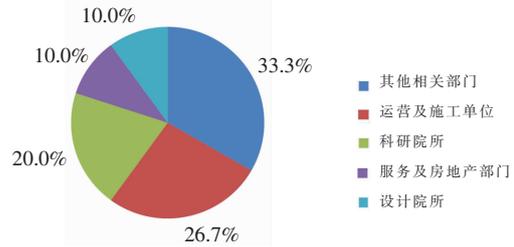


图 6 人工智能与专业知识结合密切的单位分布

Fig. 6 Distribution of the interviewed units with artificial intelligence closely combined with professional knowledge

## 2.5 人工智能具体应用

调查表明,目前城镇供水排水行业人工智能的应用主要集中在自动控制(30.8%,管网检测控制 15.4%+水厂信息自动化 6.0%+其他自动控制 9.4%)、智慧水务管理决策(25.6%)、信息技术产业(13.7%,软件开发 5.1%+机器人 1.7%+大数据分析 6.8%)以及科研及教学(6.4%)等方面(见图 7)。对于人工智能+给排水专业复合型人才的培养,应重点强化自动控制、智慧水务管理决策、信息技术产业等人工智能知识和技术应用,才能相对精准地满足行业用人单位需求,助力其进一步发展。

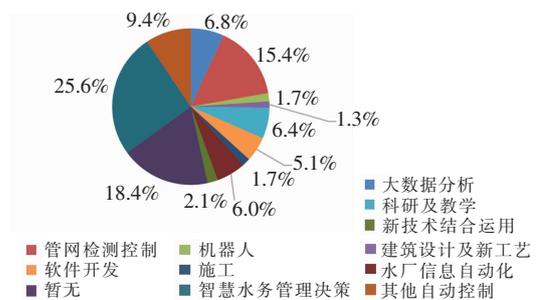


图 7 人工智能知识和技能在受访单位的具体应用

Fig. 7 Specific application ways of artificial intelligence knowledge and skills in the interviewed units

## 2.6 人工智能知识掌握程度需求

受访单位对给排水专业人员掌握人工智能知识的要求(受访者单选)见图 8。由图 8 可知,目前城

镇供水排水行业 38.9% 的受访单位仅要求给排水专业背景人员了解人工智能知识基本内容,要求掌握基本原理的只占 32.9%,有 26.1% 的单位要求熟练掌握并结合专业知识运用,对精通原理有要求的单位仅占 2.1%。由此可见,与前述对“人工智能应用”的分析结果一致,目前行业用人单位对复合型人才的需求尚不迫切,还未达到顶峰,主要集中在具备初步的知识储备和掌握基本原理方面,而对人工智能+给排水专业复合型人才的培养,在普及人工智能知识和技能的基础上,需要针对运营管理、服务及科研等部门的具体需求,重点强化人工智能与专业知识的融合运用。

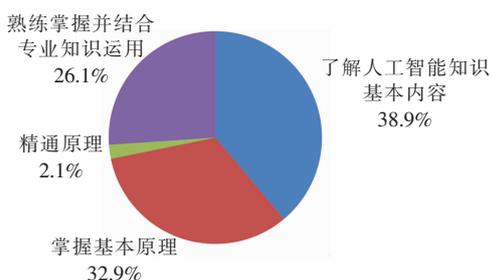


图8 受访单位对复合型人才人工智能知识的掌握要求

Fig. 8 Requirements of artificial intelligence knowledge for integrated talents in the interviewed units

## 2.7 人工智能的具体知识需求

受访单位对复合型人才的人工智能具体知识需求(受访者可多选)如图9所示。

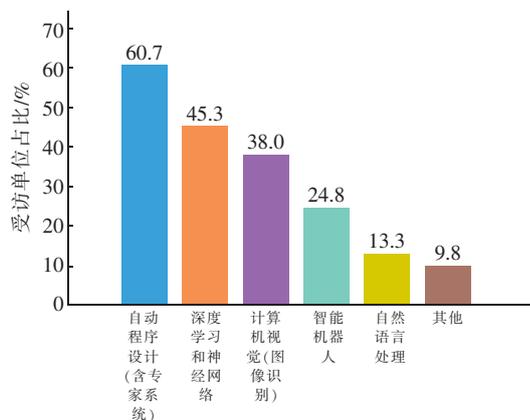


图9 受访单位对复合型人才的人工智能具体知识需求

Fig. 9 Specific knowledge requirements of artificial intelligence for integrated talents in the interviewed units

目前针对人工智能相关领域的知识,自动程序设计(含专家系统)在城镇供水排水行业各主要用人单位的需求度最高,占 60.7%;其次是深度学习和神经网络,占 45.3%;38.0% 的单位关注计算机

视觉(图像识别),智能机器人在 24.8% 的单位受到重视,重视自然语言处理及其他知识的单位低于 20.0%。由此可见,人工智能+给排水专业复合型人才应重点具备自动程序设计(含专家系统)、深度学习和神经网络、计算机视觉(图像识别)、智能机器人等知识和技能。

## 2.8 大数据具体知识需求

调查结果(见图10)表明,目前超过 92.0% 的受访单位需要给排水专业毕业生具备大数据分析能力。针对大数据分析的相关知识,预测性分析能力在城市供排水行业各主要用人单位的需求度最高,占 62.4%;其次是可视化分析、数据质量和数据管理,分别占 56.4%、55.6%;另外,有 43.6%、40.6% 的单位需要数据挖掘算法、数据存储及数据仓库。因此,人工智能+给排水专业复合型人才在大数据方面应重点具备预测性分析、可视化分析、数据质量和数据管理、数据挖掘算法、数据存储及数据仓库等知识和技能。

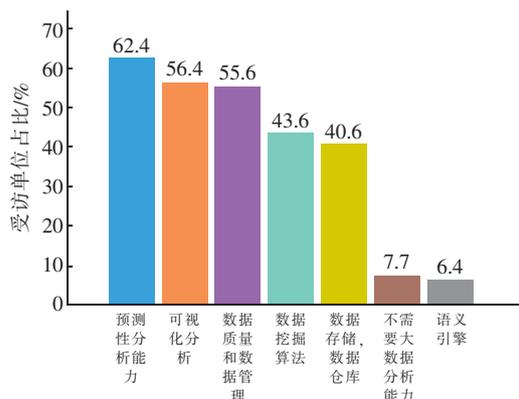


图10 受访单位对复合型人才的大数据具体知识需求

Fig. 10 Specific knowledge requirement of big data for integrated talents in the interviewed units

## 2.9 编程能力需求

受访单位对复合型人才的编程能力需求(受访者可多选)分析见图11。

由图11可知,超过91.0%的受访单位需要给排水专业毕业生具备编程能力,其中,需要能够采用 C++、Python、Java 或 C 语言进行编程的单位分别占 47.0%、44.4%、41.5% 和 39.3%; JavaScript、PHP 以及其他编程能力的需求度不高,均低于 20.0%。由此可见,人工智能+给排水专业复合型人才在编程能力方面应重点具备 C++、Python、Java 或 C 语言等知识和技能。

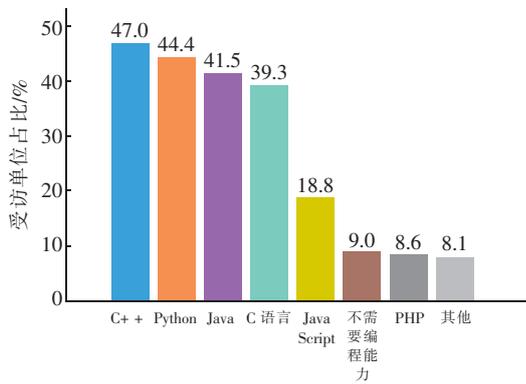


图11 受访单位对复合型人才的编程能力需求

Fig. 11 Programming ability of integrated talents needed by the interviewed units

### 3 结论

通过对234份来自于重庆大学给排水科学与工程专业历届毕业生有效问卷的分析,获得城镇供水排水行业主要用人单位对人工智能+给排水专业复合型人才在知识和能力方面的需求信息,为“新工科”背景下给排水专业人才培养体系的构建提供可靠支撑。

① 与人工智能融合、培养人工智能+给排水专业复合型人才有助于突破城镇供水排水行业发展瓶颈。

② 扎实的专业知识和技能、持续学习能力及学科交叉融合能力是人工智能+给排水专业复合型人才应具备的基本能力,其中给排水专业知识是核心。

③ 给排水传统行业与人工智能的融合相对滞后,缺乏相关人才可能是重要原因之一;非传统行业部门单位与科研院所对人工智能知识和技能需求具有迫切性及敏感性,有利于人工智能+给排水专业复合型人才的培养储备。加强人工智能+给排水专业复合型人才培养,是促进给排水行业部门单位提高人工智能应用水平的重要措施。

④ 人工智能+给排水专业复合型人才应重点具备在城镇供水排水行业管理、服务或科研等部门融合运用人工智能与专业知识的能力,其中人工智能知识和技术主要运用在自动控制、智慧水务管理决策、信息技术产业等方面。

⑤ 人工智能+给排水专业复合型人才应具备自动程序设计(含专家系统)、深度学习和神经网络

络、计算机视觉(图像识别)等水系统智能化知识,以及预测性分析、可视化分析、数据质量和数据管理等大数据分析知识以及C++、Python、Java或C语言等编程能力。

### 参考文献:

- [1] 周全. 关于高校人工智能人才培养的思考与探索[J]. 教育教学论坛, 2019(16): 131-132.  
ZHOU Quan. Thinking and exploration on the cultivation of AI talents in colleges and universities[J]. Education and Teaching Forum, 2019(16): 131-132 (in Chinese).
- [2] 刘丽珍, 宋巍, 尚媛园, 等. 推进混合教改和产学研合作, 提升智能专业人才的培养质量[J]. 计算机教育, 2017(10): 84-87.  
LIU Lizhen, SONG Wei, SHANG Yuanyuan, et al. Promote mixed education reform and industry-university-research cooperation, and improve the quality of training intelligent professionals[J]. Computer Education, 2017(10): 84-87 (in Chinese).
- [3] 时文歆, 赵志伟, 曾晓岚, 等. “给排水+智能化”方向的课程设置与人才培养思考[J]. 给水排水, 2020, 46(10): 155-160.  
SHI Wenxin, ZHAO Zhiwei, ZENG Xiaolan, et al. Discussion on the curriculum and talent training of water science and engineering and intelligent [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(10): 155-160 (in Chinese).
- [4] 陈仕光, 孙洪伟, 眭爱华, 等. 给排水科学与工程专业毕业生就业取向研究——以仲恺农业工程学院2011—2018届毕业生为例[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(3): 190-201.  
CHEN Shiguang, SUN Hongwei, SUI Aihua, et al. Study on employment orientation of graduates of water supply and drainage science and engineering: a case study of 2011-2018 graduates of Zhongkai University of Agriculture and Engineering[J]. Journal of Architectural Education in Institutions of Higher Learning, 2020, 29(3): 190-201 (in Chinese).

作者简介: 曾晓岚(1972-), 女, 云南文山山人, 博士, 副教授, 主要从事废水处理理论与技术研究。

E-mail: wendyzeng@cqu.edu.cn

收稿日期: 2021-03-07

修回日期: 2021-03-13

(编辑: 丁彩娟)