

交 通
运 输
工 程
学 报

第 21 卷 2021
第 1 期

第 21 卷 2021
第 1 期

二 〇 二 一
年 二 月

Vol. 21 No. 1
中国 · 西安

第 二 十 一
卷

Vol. 21 No. 1
中国 · 西安

ISSN 1671-1637 ISSN 1671-1637
CN 61-1369/U CN 61-1369/U
CODEN JYGXAS CODEN JYGXAS

第 一
期

JOURNAL OF TRAFFIC AND TRANSPORTATION ENGINEERING

JOURNAL OF TRAFFIC AND TRANSPORTATION ENGINEERING

轨道交通综述专刊
轨道交通综述专刊

收录《交通运输工程学报》的重要数据库

- 美国《工程索引》(Ei Compendex)
- 俄罗斯《文摘杂志》(AJ)
- 英国《物理学、电技术、计算机及控制信息社数据库》(INSPEC)
- 《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JST)
- 美国《剑桥科学文摘:工程技术》(CSA: Technology)
- 荷兰《斯高帕斯数据库》(Scopus)
- 波兰《哥白尼索引》(IC)
- 中国科学引文数据库(CSCD 核心库)
- 中国科技论文与引文数据库(CSTPCD)
- 中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)
- 《中文核心期刊要目总览》(第9版)
- 中国科学评价研究中心(RCCSE)权威学术期刊

《交通运输工程学报》荣获 “中国科技期刊卓越行动计划”资助

2019年11月21日,“中国科技期刊卓越行动计划”办公室发布了《关于下达中国科技期刊卓越行动计划入选项目的通知》。经公开申报、资格审查、陈述答辩、专家委员会复核与结果公示,确定“中国科技期刊卓越行动计划”入选项目共计285项,《交通运输工程学报》荣获“中国科技期刊卓越行动计划”资助,周期为5年,每年支持额度为40万元,共计200万元。

“中国科技期刊卓越行动计划”由中国科协、财政部、教育部、科技部、国家新闻出版署、中国科学院和中国工程院联合实施,旨在贯彻落实《关于深化改革 培育世界一流科技期刊的意见》,推动中国科技期刊高质量发展,加快建设世界一流科技期刊。该计划以5年为周期,面向全国科技期刊系统构建支持体系,是迄今为止我国在科技期刊领域实施的力度最大、资金最多、范围最广的重大支持专项。

《交通运输工程学报》第12次入选 “百种中国杰出学术期刊”

2020年12月29日,中国科学技术信息研究所在北京举行中国科技论文统计结果新闻发布会,公布了2019年度“百种中国杰出学术期刊”名单。“百种中国杰出学术期刊”是该所从中国科技论文与引文数据库收录的2070种科技期刊中,采用文献计量学指标评选出的中国100种最具学术影响力的学术期刊。《交通运输工程学报》荣获2019年度“百种中国杰出学术期刊”称号,是第12次荣获此殊荣。

《交通运输工程学报》征稿启事

《交通运输工程学报》是由国家新闻出版广电总局和国家科技部批准,国家教育部主管,长安大学主办,国务院学位委员会交通运输工程学科评议组、西南交通大学与东南大学共同协办,为交通运输工程一级学科服务的学术期刊。由两院院士、西南交通大学沈志云教授,中国科学院院士、西南交通大学翟婉明教授和中国工程院院士、中南大学田红旗教授任名誉主任委员,国务院学位委员会交通运输工程学科评议组召集人、东南大学王炜教授任主任委员,长安大学赵祥模教授任主编,学科评议组成员皆为本刊编委。

《交通运输工程学报》是交通运输领域高水平的学术理论中文核心期刊,是我国交通运输领域学术交流的园地,体现综合交通格局,繁荣大交通科技研究,促进交通运输科技成果转化,为交通运输工程一级学科建设服务,为发现和培养交通运输领域科技人才服务,为促进我国交通运输学术研究与国际交流服务。

《交通运输工程学报》2019年荣获“中国科技期刊卓越行动计划”资助,已被《中文核心期刊要目总览》(第9版)鉴定为中国交通运输类核心期刊,并已成为美国《工程索引》(Ei)、俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、英国《物理学、电技术、计算机及控制信息数据库》(INSPEC)、《日本科学技术振兴机构中国文献数据库》(JST)、美国《剑桥科学文摘:工程技术》(CSA:Technology)、荷兰《斯高帕斯数据库》(Scopus)、波兰《哥白尼索引》(IC)、中国科学引文数据库(CSCD核心库)、中国科技论文与引文数据库、中国知识资源总库·科技精品期刊库、中国核心期刊(遴选)数据库、中国学术期刊综合评价数据库、中国期刊全文数据库等著名检索工具的信息源;2016与2018年被评为“中国高校百佳科技期刊”,2008、2011、2014与2017年被评为“中国精品科技期刊”,2005年以来11次荣获“百种中国杰出学术期刊”称号,2006年荣获“首届中国高校优秀科技期刊”奖,2004年荣获A类学报“优秀编辑出版质量”奖。

《交通运输工程学报》的报道范围涵盖铁路、公路、航空、水运、管道五大运输方式,包括道路与铁道工程、载运工具运用工程、交通运输规划与管理、交通信息工程及控制四个二级学科。面向国内外征稿,欢迎交通运输领域高水平的学术论文及重大工程实践项目产生的稿件,尤其是国家各种基金项目 and 攻关项目所产生的论文投向本刊,特别欢迎交通运输领域知名专家和学者撰写综述与评述性文章。

来稿必须包括以下项目:题名(不超过20字)、作者姓名、作者单位、摘要(不少于500字)与关键词(4~8个)必须英汉对照;引言、正文、结语与参考文献应俱全;请附第一作者简介、详细联系地址和方式;请在省部级以上基金项目或攻关项目产生的论文首页页脚注明项目名称与编号。

为了与国际惯例接轨,加强国际交流,全面扩大本刊的学术影响力,本刊向作者提出如下要求,期望得到广大作者的配合与协助。

1. 摘要采取第三人称表述,重点报道论文研究的目的、方法、具有独创性的具体结果和结论。
2. 引言应概述前人在该领域内所做的相关工作,指出论文研究的工作与他人的异同、重点及期望在哪些方向上取得成果和突破,并给出相关参考文献,按引用的顺序,在引言内标注参考文献序号,按相应的顺序把参考文献列在文后。
3. 在正文中的图表按出现的先后顺序进行编号,并给出图名和表名(英汉对照)。
4. 在结论中应指出本论文的独创性结果及存在的局限,并指出本文所研究问题的进一步研究方向。
5. 文后参考文献的著录项目一定要齐全;著作应包括著者、书名、版本、出版地、出版者、出版年;期刊论文应包括著者、论文名、刊名、出版年、卷号与期号,并要英汉对照;论文集中论文应包括论文著者、论文名、论文集编者、论文集名、论文集出版地、论文集出版者与出版年;学位论文应包括著者、论文名、学位授予单位名、论文保存单位名与答辩年;技术标准应包括标准代号与标准名称;所有参考文献必须注明被引用的起止页码。
6. 作者收到回执3个月后,可致电、致函本刊编辑部,查询稿件录用情况,6个月后如未收到本刊通知,可自行处理。
7. 本刊已与多种媒体签署出版光盘及上网协议,不愿通过媒体发行者,请来稿时注明,本刊支付给作者的稿费已包括作者的著作权使用费用。

联系地址:陕西省西安市南二环路中段长安大学学术期刊管理中心《交通运输工程学报》编辑部

邮政编码:710064 电话:029-82334388 E-mail:jygc@chd.edu.cn http://transport.chd.edu.cn

Brief introduction of *Journal of Traffic and Transportation Engineering*

Journal of Traffic and Transportation Engineering was started in 2001 by the suggestion of the Evaluating Branch of Learning on Traffic and Transportation Engineering of State Council Academic Degree Committee of China. It is administrated by the Ministry of Education of PRC. It is sponsored by Chang'an University, which is well-known for the road traffic and transportation engineering in China. Its associate sponsors are the Evaluating Branch of Learning on Traffic and Transportation Engineering of State Council Academic Degree Committee of China, Southeast University, and Southwest Jiaotong University, the latter universities are excellent in the field of traffic and transportation engineering in China. The members of editorial board are famous experts in the field of traffic and transportation engineering from all over the world. This journal with ISSN 1671-1637 is published bimonthly in China.

This journal is an authoritative academic journal in comprehensive transportation, and publishes uptodate theoretical and experimental papers with high innovation and great practicality in the fields of road and railway engineering, transport vehicle engineering (i. e. automobile, train, ship, and aircraft), planning and management of traffic and transportation, traffic information engineering and control, etc. It also provides a platform for presenting the research results in multidisciplinary areas.

Contributions from all over the world are welcome. Peer-review will be offered to all submissions by the relative experts. If accepted, they will be edited according to the international standards, and then published in English.

This journal is a core journal in comprehensive transportation, and a source journal for scientific and technical papers and citations. It is indexed in Ei Compendex, Scopus, AJ, INSPEC, IC, CSA, JST, CSCD, GCJC, CSTPCD, CAJCED, CNKI, and other authoritative databases. This journal is free for citation systems and paper databases.

According to *the Chinese Journal Citation Reports* edited by the Institute of Scientific and Technical Information of China, the journal ranks first in the field of comprehensive transportation and is in the top 20 of all science and technology core journals of China.

The journal was supported by *the Excellence Action Plan of Science and Technology Journals of China* in 2019 and awarded “100 Outstanding Academic Journals of China” for 12 times from 2005 to 2020, “Outstanding Sci-Tech Journals of Chinese Universities” in 2020, “Top 100 Sci-Tech Journals of Chinese Universities” in 2016 and 2018, and “Top Sci-Tech Journals of China” in 2008, 2011, 2014, 2017 and 2020.

Address: Management Center of Academic Journals, Chang'an University, Southern Middle Section of the Second Circular Road, Xi'an, Shaanxi, P. R. China

Post Code: 710064

Contact: ZHAO Zhi-hong **Tel:** +86-29-82334388

E-mail: jygc@chd.edu.cn **http:** // transport.chd.edu.cn

Editorial Board of Journal of Traffic and Transportation Engineering

Honorary Chairmen

SHEN Zhi-yun <i>Academician of Chinese Academy of Engineering and Chinese Academy of Sciences, China</i>	TIAN Hong-qi <i>Academician of Chinese Academy of Engineering, China</i>
	ZHAI Wan-ming <i>Academician of Chinese Academy of Sciences, China</i>

Chairman

WANG Wei <i>Convener of Evaluating Branch of Learning on</i>	<i>Traffic and Transportation Engineering of State Council Academic Degree Committee of China, China</i>
---	--

Associate Chairmen

NING Bin <i>Academician of Chinese Academy of Engineering, China</i>	ZHAO Xiang-mo <i>Chang'an University, China</i>
---	--

Chief Editor

ZHAO Xiang-mo	<i>Chang'an University, China</i>
---------------	-----------------------------------

Associate Editor

SUN Shou-zeng	<i>Chang'an University, China</i>
---------------	-----------------------------------

Members of Editorial Board

CHEN Yin-san <i>Chang'an University, China</i>	TIAN Hong-qi <i>Academician of Chinese Academy of Engineering, China</i>
DENG Xue-jun <i>Southeast University, China</i>	WANG Jin <i>Liverpool John Moores University, UK</i>
HU Ming-hua <i>Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, China</i>	WANG Rong-ben <i>Jilin University, China</i>
LI Tie-hu <i>Northwestern Polytechnical University, China</i>	WANG Wei <i>Southeast University, China</i>
LI Zi-li <i>Delft University of Technology, Netherlands</i>	WANG Yun-peng <i>Beihang University, China</i>
LIU Han-bing <i>Jilin University, China</i>	WU Zhao-lin <i>Dalian Maritime University, China</i>
LIU Jian-xin <i>Southwest Jiaotong University, China</i>	XIA Fu-jie <i>Interfleet International Rail Technology Consultants, Australia</i>
LIU Zheng-lin <i>Wuhan University of Technology, China</i>	XIAO Bai-chun <i>Long Island University, USA</i>
MA Jian <i>Chang'an University, China</i>	XU Zhi-hong <i>Tongji University, China</i>
NING Bin <i>Academician of Chinese Academy of Engineering, China</i>	YAN Xin-ping <i>Academician of Chinese Academy of Engineering, China</i>
PU Yun <i>Southwest Jiaotong University, China</i>	YANG Zhao-sheng <i>Jilin University, China</i>
SHEN Zhi-yun <i>Academician of Chinese Academy of Engineering and Chinese Academy of Sciences, China</i>	YANG Zhong-zhen <i>Ningbo University, China</i>
SHI Zhong-ke <i>Northwestern Polytechnical University, China</i>	YOUNG Dave <i>Eurocontrol Experimental Center, France</i>
SUN Li-jun <i>Tongji University, China</i>	ZHAI Wan-ming <i>Academician of Chinese Academy of Sciences, China</i>
SUN Xiao-duan <i>University of Louisiana, USA</i>	ZHAO Xiang-mo <i>Chang'an University, China</i>
TAN Zhen-hui <i>Beijing Jiaotong University, China</i>	ZUO Hong-fu <i>Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, China</i>
	ZUO Ming-jian <i>University of Alberta, Canada</i>

西南交通大学牵引动力国家重点实验室 轨道交通综述专刊

序 言

西南交通大学 翟婉明
(中国科学院院士,美国工程院外籍院士)

党的十九大明确提出建设交通强国的宏伟目标。“交通强国,铁路先行”,作为国民经济大动脉,轨道交通以其安全、快捷、便利的特点,持续推动中国经济社会的发展和人民出行品质的提高,是国家战略性、先导性、关键性重大基础设施。据中国国家铁路集团有限公司最新发布的统计公报数据显示,截至 2020 年年底,中国铁路营业里程已达 14.63 万公里,其中高铁 3.8 万公里,继续稳居世界第一,轨道交通发展日新月异。

辉煌的建设成就,离不开广大科技工作者和轨道交通从业人员长期以来孜孜以求、脚踏实地的付出。西南交通大学牵引动力国家重点实验室始建于 1989 年,是中国轨道交通领域第一个国家重点实验室,拥有一支以院士、长江学者、杰青为学术带头人,以中青年教师为骨干的研究队伍。实验室紧密围绕轨道交通领域的国际前沿,把握世界轨道交通技术发展趋势和中国轨道交通行业重大需求,着力构建支撑轨道交通装备现代化发展的基础研究平台和人才培养高地,在中国铁路提速、高速、重载发展进程中起到了不可替代的作用,在学科发展和赶超世界先进水平方面勇担引领和示范。实验室先后主持获得国家科技进步一等奖 2 项、二等奖 8 项,国家自然科学基金二等奖 1 项,参与获得国家科技进步特等奖 1 项,主持完成的科研成果 4 次入选“中国高等学校十大科技进展”。学校以实验室为重要支撑的“交通运输工程”学科连续 20 年位居全国第一(A+)并进入国家一流学科建设序列。三十多年来,一代代牵引人义无反顾地投身中国轨道交通波澜壮阔的建设大潮,始终活跃在中国轨道交通装备建设的科研一线,以实际行动亲历并见证了祖国的日益强盛,用心血和汗水凝聚成了中国轨道交通事业的蓬勃发展。

与此同时,实验室科研人员积极践行习近平总书记的嘱托,“把论文写在祖国的大地上”,在支撑中国轨道交通现代化建设的过程中注重凝练总结,不断将成果发表在包括《交通运输工程学报》在内的国内高质量科技期刊上,分享先进经验,传播科学精神,推动行业进步,促进学科发展。2020 年 6 月,《交通运输工程学报》编辑部向实验室发函约稿,邀请研究人员结合自身科研实践,介绍机车车辆设计与可靠性理论、轨道交通系统动力学、牵引供电与传动、新型轨道交通技术等方向的研究脉络、最新进展及未来挑战,展现实验室在相关领域所做的贡献。此次专刊收录的 17 篇论文,是实验室研究人员对所从事专业领域工作的认识理解,也是近年来他们对各自研究方向的总结与展望,不一定全面,有的还未能深入,但内容丰富,信息量大,希望这些文章能为交通运输工程学科和轨道交通行业的进一步发展提供有价值的学术参考。

目 次

中国轨道交通轮轨滚动接触疲劳研究进展..... 赵 鑫,温泽峰,王衡禹,陶功权,金学松 (1)

国内外高速列车动力学评价标准综述..... 石怀龙,罗 仁,曾 京 (36)

中国高速列车气动减阻优化综述..... 李 田,戴志远,刘加利,吴 娜,张卫华 (59)

铁路车辆部件抗疲劳评估的进展与挑战
..... 吴圣川,任鑫焱,康国政,马利军,张晓军,钱坤才,滕万秀 (81)

工业 4.0 下智能铁路前沿技术问题综述 缪炳荣,张卫华,刘建新,周 宁,梅桂明,张 盈(115)

增材制造技术发展和在先进轨道交通装备中的应用展望
..... 杨 冰,廖 贞,吴圣川,肖守讷,阳光武,朱 涛,王明猛,邓永权(132)

复合材料在轨道交通车辆中的应用与展望
..... 肖守讷,江兰馨,蒋 维,何子坤,阳光武,杨 冰,朱 涛,王明猛(154)

高速磁悬浮轨道交通研究进展 熊嘉阳,邓自刚(177)

中低速磁浮车辆研究综述 马卫华,罗世辉,张 敏,盛卓航(199)

轨道车辆永磁直驱技术综述 马光同,孙振耀,徐 帅,姚春醒,任冠州,梁树林(217)

车钩缓冲装置对轨道列车碰撞安全性的影响综述
..... 朱 涛,张敬科,吴启凡,吕锐娟,王小瑞,肖守讷,邓永权(233)

人工智能算法在铁道车辆动力学仿真中的应用进展
..... 唐 兆,董少迪,罗 仁,蒋 涛,邓 锐,张建军(250)

铁道车辆蛇行稳定性主动控制综述..... 黄彩虹,曾 京,魏 来(267)

车轮踏面缺陷引起的轮轨动态响应综述 敬 霖,刘 凯(285)

地铁钢轨波磨的基本特征、形成机理和治理措施综述
..... 关庆华,张 斌,熊嘉阳,李 伟,温泽峰,王衡禹,金学松(316)

轨道车辆结构振动损伤识别技术综述 缪炳荣,刘俊利,张 盈,杨树旺,彭齐明,雒耀祥(338)

400 km·h⁻¹变轨距动车组转向架关键技术综述 黄志辉,胡飞飞,李国栋,周殿买(358)

CONTENTS

- Research progress on wheel/rail rolling contact fatigue of rail transit in China
..... ZHAO Xin, WEN Ze-feng, WANG Heng-yu, TAO Gong-quan, JIN Xue-song (1)
- Review on domestic and foreign dynamics evaluation criteria of high-speed train
..... SHI Huai-long, LUO Ren, ZENG Jing (36)
- Review on aerodynamic drag reduction optimization of high-speed trains in China
..... LI Tian, DAI Zhi-yuan, LIU Jia-li, WU Na, ZHANG Wei-hua (59)
- Progress and challenge on fatigue resistance assessment of railway vehicle components WU Sheng-chuan,
..... REN Xin-yan, KANG Guo-zheng, MA Li-jun, ZHANG Xiao-jun, QIAN Kun-cai, TENG Wan-xiu (81)
- Review on frontier technical issues of intelligent railways under Industry 4.0
..... MIAO Bing-rong, ZHANG Wei-hua, LIU Jian-xin, ZHOU Ning, MEI Gui-ming, ZHANG Ying (115)
- Development of additive manufacturing technology and its application prospect in advanced rail transit equipment
..... YANG Bing, LIAO Zhen,
..... WU Sheng-chuan, XIAO Shou-ne, YANG Guang-wu, ZHU Tao, WANG Ming-meng, DENG Yong-quan (132)
- Application and prospect of composite materials in rail transit vehicles XIAO Shou-ne,
..... JIANG Lan-xin, JIANG Wei, HE Zi-kun, YANG Guang-wu, YANG Bing, ZHU Tao, WANG Ming-meng (154)
- Research progress of high-speed maglev rail transit XIONG Jia-yang, DENG Zi-gang (177)
- Research review on medium and low speed maglev vehicle
..... MA Wei-hua, LUO Shi-hui, ZHANG Min, SHENG Zhuo-hang (199)
- Review on permanent magnet direct drive technology of railway vehicles
..... MA Guang-tong, SUN Zhen-yao, XU Shuai, YAO Chun-xing, REN Guan-zhou, LIANG Shu-lin (217)
- Review on influence of coupler and draft gear on safety of railway train collision ZHU Tao, ZHANG Jing-ke,
..... WU Qi-fan, LYU Rui-juan, WANG Xiao-rui, XIAO Shou-ne, DENG Yong-quan (233)
- Application advances of artificial intelligence algorithms in dynamics simulation of railway vehicle
..... TANG Zhao, DONG Shao-di, LUO Ren, JIANG Tao, DENG Rui, ZHANG Jian-jun (250)
- Review on active control of hunting stability for railway vehicles HUANG Cai-hong, ZENG Jing, WEI Lai (267)
- Review on wheel-rail dynamic responses caused by wheel tread defects JING Lin, LIU Kai (285)
- Review on basic characteristics, formation mechanisms, and treatment measures of rail corrugation in metro systems
..... GUAN Qing-hua, ZHANG Bin, XIONG Jia-yang, LI Wei, WEN Ze-feng, WANG Heng-yu, JIN Xue-song (316)
- Review on structural vibration damage identification technology for railway vehicles
..... MIAO Bing-rong, LIU Jun-li, ZHANG Ying, YANG Shu-wang, PENG Qi-ming, LUO Yao-xiang (338)
- Review on key technologies of $400\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ variable gauge EMUs bogies
..... HUANG Zhi-hui, HU Fei-fei, LI Guo-dong, ZHOU Dian-mai (358)