



# 中国铁道科学研究院 60周年学术论文集



# 中国铁道科学研究院 60 周年学术论文集

中国铁道出版社

2010年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国铁道科学研究院 60 周年学术论文集/中国铁道  
科学研究院编. —北京:中国铁道出版社,2010.3  
ISBN 978-7-113-11095-6

I. ①中… II. ①中… III. ①铁路工程—中国—文集  
IV. ①U21-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 027895 号

书 名:中国铁道科学研究院 60 周年学术论文集  
作 者:中国铁道科学研究院

---

责任编辑:熊安春 陈若伟 电话:010-51873078 电子信箱:td6170@263.net  
封面设计:冯龙彬  
责任校对:张玉华  
责任印制:金洪泽

---

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

版 次:2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷

开 本:880mm×1230mm 1/16 印张:54.25 字数:1550千

书 号:ISBN 978-7-113-11095-6

定 价:130.00元(含光盘)

---

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

## 编审委员会

主任：康维韬

副主任：王君历 康 熊

委员：王忠文 董守清 赵有明 么 军 何 琦  
田建国 周 镜 冯叔瑜 王 澜 李守义  
叶阳升 孙剑方 史天运 王俊彪 刘虎兴  
罗庆中 黎国清 曾凤柳 韩自力 熊永钧  
朱少彤 王 都 肖彦君

主 编：康 熊

编辑组：王家骏 阳建鸣 刘卫华 张冀荃 王 红  
国 敢 陈宝安 王五昌 高京敏 侯 静  
刘春雨 龚增进 甘敦文 沈海燕 张 鹏  
游 兮 延秉真 周 正 高 霞 俞 播  
王 颖 张金月 宋小平 戴晓莺 李东东  
白敏华 陈 荣 陈晓云 葛化一 何 莹  
金 颖 卢 敏 孟庆伶 陶 韬 王红义  
王天威 王肖文 王小红 王志明 温志江  
问素彦 吴 彬 徐荣华 杨宁清 杨 倩  
张 利 张 庆 赵其文 诸 红 刘文兰  
刘 鉴

# 目 录

## 一、高速铁路及客运专线

1. 高速铁路浸水路基动载试验研究 ..... 蔡德钧,陈 锋,张千里,叶阳升 (3)
2. 高速动车组制动系统电气软件开发模式研究 ..... 曹宏发,李和平,章 阳,陈 伟 (6)
3. 高速铁路轨道管理技术初探 ..... 陈东生,田新宇 (11)
4. 高速铁路涵顶竖向压力现场试验研究 ..... 陈 锋,韩自力,蔡德钧,张千里 (17)
5. 京津城际铁路综合接地测试 ..... 范季陶,张 晨,李天石,苏立轩 (19)
6. 激光准直技术在线路测量中的应用 ..... 高春雷,王发灯,徐济松 (24)
7. 客运专线大断面隧道爆破的地震效应研究 ..... 郭 尧,杨年华,文富源,贺 敏 (36)
8. 高速弓网受流性能测量与数据分析 ..... 韩通新 (41)
9. 高速铁路桥梁钻孔泥浆处理技术研究 ..... 侯世全,刘建华,马华滨,李 刚,范英宏,洪 蔚 (48)
10. 关于我国《高速铁路设计规范》桥梁结构刚度、频率限值的  
制定 ..... 胡所亭,牛 斌,杜宝军,班新林,苏永华 (51)
11. 高速动车组系统分析方程的初探 ..... 黄 强 (56)
12. CRTS II 型板式无砟轨道结构设计综述 ..... 姜子清,江 成,胡所亭,王继军,方杭玮 (59)
13. 新一代高速动车组制动系统需要研究的问题与对策 ..... 李和平,曹宏发,杨伟君,李继山 (64)
14. 新一代高速动车组盘形制动技术参数研究 ..... 李继山,李和平,乔 峰 (69)
15. CRTS II 型无砟轨道维修技术的研究 ..... 凌烈鹏,吴旺青,沈东升,杨荣山 (74)
16. 时速 200~250 km 动车组交流传动系统 ..... 陆 阳 (78)
17. 南京大胜关长江大桥技术咨询 ..... 潘家英,戴福忠,胡所亭,牛 斌 (84)
18. CRH<sub>3</sub> 和 CRH<sub>5</sub> 型高速动车组辅助变流器的对比研究 ..... 宋术全,李 红 (90)
19. 高速动车组预防性维修方法研究 ..... 王华胜,刘英贵,文 礼,李忠厚 (94)
20. 客运专线无砟道岔岔区轨道刚度均匀化研究 ..... 王 猛,王树国 (99)
21. 高速铁路减振型轨道结构选型研究 ..... 王 梦,王继军,刘伟斌,方杭玮 (101)
22. 客运专线钢轨打磨技术的探讨 ..... 王卫东 (106)
23. 国内外铁路轨道技术的先进性比较 ..... 王晓刚 (109)
24. 武汉天兴洲公铁两用长江大桥工程咨询 ..... 王勋文,刘晓光 (112)
25. 高速铁路140 m钢箱系杆拱桥动力性能试验  
研究 ..... 姚京川,尹 京,方 兴,刘鹏辉,刘阔誉 (117)
26. 时速350 km无砟轨道铁路桥梁动力性能试验  
研究 ..... 姚京川,杨宜谦,柯在田,尹 京,王 巍 (121)
27. 中国高速动车组运行阻力试验研究及思考 ..... 张 波,陆 阳,李杰波 (126)

## 二、重载技术

1. 国内外机车车辆技术对比研究 ..... 曾祥坤 (133)
2. 大秦线重载组合列车中部从控机车运行安全性试验  
研究 ..... 李 谷,祖宏林,储高峰,胡爱全 (137)
3. 超重超限货车通过铁路桥梁动力性能试验研究 ..... 刘鹏辉,杨宜谦,柯在田,孟 鑫 (145)

4. 重载铁路增加运能时路基土体性状研究 ..... 王立军,程远水,张千里 (149)
5. 钢轨抗倾翻性能试验研究 ..... 许绍辉,方杭玮,葛 晶,肖俊恒,赵汝康 (153)
6. 机车无线同步操纵系统的研发及试验 ..... 叶柏洪 (156)
7. HXD<sub>1</sub> 型电力机车车网匹配关系的试验研究 ..... 张 波,张 黎,郭晓燕,陆 阳 (161)
8. 大秦线和谐机车互联互通牵引试验研究 ..... 张 波,李杰波,陆 阳 (167)
9. 大秦线运行和谐型机车能耗降低构成因素分析 ..... 张继元 (174)

### 三、安全技术

1. 乌兹别克斯坦铁路超限检测系统的研制 ..... 柴雪松,于国丞,谢锦妹 (185)
2. 客车运行安全监控系统性能优化方案的研究与实现 ..... 程清波,桑苑秋,贾志凯 (188)
3. 浅谈电源 SPD 安全性能和热稳定性 ..... 付茂金 (195)
4. 货车偏载监测标准及事故分析 ..... 扈海军,于卫东,曾宇清 (198)
5. 铁路货检站安全集中监控系统的应用研究 ..... 蒋 荟,王华伟,曹 松,王志华 (203)
6. 完善安全保障体系 促进和谐铁路发展 ..... 李凤玲 (206)
7. 基于 TCDS 的转向架状态监测体系建设研究 ..... 刘 峰,延九磊,董孝卿,赵玉其,戴 津 (210)
8. 预防性计划维修体制下的轨道质量指数预测方法的研究 ..... 曲建军,陈东生,田新宇 (215)
9. 铁路客运产品生命周期分析 ..... 汪健雄,张军锋 (220)
10. 大风监测预测技术在防灾安全监控系统中的应用 ..... 王 瑞,王 彤 (225)
11. 基于 EN50129 的高速铁路信号系统安全评估技术 ..... 王 阳,戴贤春,郭 湛,刘敬辉 (228)
12. 山区铁路地质灾害危险性评估方法 ..... 王仲锦,骆文海,何树第 (234)
13. 基于 J2EE 架构的政务值班信息系统研发 ..... 杨峰雁,何峰林,胡召华,牛宏睿 (238)
14. 运行状态不良货车 TPDS 联网报警统计及维修分析 ..... 于卫东,扈海军,曾宇清,周忠良 (241)

### 四、信息技术

1. 铁路分布式数据协同中间件的研究 ..... 曹 松,刘春煌,史 宏 (251)
2. 动车组管理信息系统二代工位终端改型设计与应用研究 ..... 崔中伟,张惟皎,辛 珂 (255)
3. 编组站综合自动化技术在改扩建站场推广方法的研究 ..... 甘 露 (258)
4. 小型模拟钢轨闪光焊机控制与数据采集系统 ..... 高振坤,丁 韦,李 力,宋宏图 (261)
5. 铁路信息化建设与云计算 ..... 郭 歌,李 平,刘春煌 (263)
6. 铁路信息系统集成与信息共享的研究进展与趋势 ..... 郭 歌,李 平,刘春煌 (266)
7. 编组站综合自动化系统(SAM)系统进路自动控制子系统的设计与实现 ..... 姚宇峰,蒋元华 (271)
8. 动车运用所(基地)动车组位置追踪系统接口设计与实现 ..... 李金波,桑苑秋,余 豹 (273)
9. 基于面向服务架构的现代铁路调度指挥系统的研究 ..... 刘 新,王建英,闫 帆,胥 昊 (275)
10. 客运专线旅客服务集成管理系统研究 ..... 刘育欣,张 彦,朱韦桥 (281)
11. 客运站综合指挥系统的研究与开发 ..... 吕晓军,康增健,马 琳,杨 帆 (285)
12. GSM-R 网络覆盖测试方法分析 ..... 马良德,王惠生,谢保锋 (288)
13. 基于多源信息融合的客运站旅客异常行为识别研究 ..... 沈海燕,冯云梅,史 宏 (291)
14. 国外铁路客运服务研究及启示 ..... 孙晋麟 (295)
15. 基于 GIS 的铁路客运专线工程调度指挥系统实现探索 ..... 王辉麟,卢文龙,史 宏,史天运,蒋秋华 (300)
16. 高速铁路 GSM-R 系统覆盖设计余量分析 ..... 王惠生 (305)
17. 计算机联锁对 C2 级列控系统适应性应用功能的研究 ..... 徐德龙 (309)
18. 基于数据仓库技术的基础设施检测数据综合分析系统构建 ..... 许贵阳,徐贵红,赵 钢 (312)



19. 基于射频识别技术的线路里程精确校对技术 ..... 杨爱红,王登阳,王 昊 (316)
20. 编组站综合自动化系统(SAM)作业路径冲突检测及排解机制的研究 ..... 蒋元华,姚宇峰 (319)
21. 基于 QNX 的双标车载 DMI 的设计及实现 ..... 易海旺,范 明,郑一祥,吕书丽 (321)
22. 一种适应客运专线新型二乘二取二冗余列控车载设备的  
研究 ..... 易海旺,范 明,郑一祥,徐效宁 (324)
23. 动车运用所动车组位置追踪数据的集成应用 ..... 余 豹,桑苑秋,李金波 (329)
24. 路局客运营销数据仓库系统中的 ETL 解决方案 ..... 张军锋,汪健雄 (333)
25. 高速检测列车 GSM-R 承载 C3 列控无线通信检测的技术研究 ... 张 爽,梁轶群,刘 斌 (335)
26. 基于学籍信息管理的学生购票方案研究与实现 ..... 张志强,徐 彦,单杏花 (338)

## 五、基础理论及仿真

1. 提速线大跨度铁路梁式桥自振频率限值的研究 ..... 白 玲,高芒芒,方 兴 (343)
2. 正交异性钢桥面板与主桁的连接形式及其有效宽度研究 ..... 曾志斌,方兴,史志强 (345)
3. 大秦线轮轨磨耗对车辆曲线通过性能的影响分析 ..... 陈波 (350)
4. 铁路路基压实质量控制参数的优化 ..... 程爱君,叶阳升,蔡德钧,王立军 (358)
5. 新活载图式下标准荷载效应比频谱研究 ..... 崔 鑫,张玉玲,王 丽 (362)
6. 南京大胜关长江大桥预应力混凝土梁典型桥墩结构特性研究 ..... 邓 蓉,刘阔誉 (371)
7. 高速铁路无砟轨道/路基系统的动态响应分析 ..... 董 亮,叶阳升,张千里 (376)
8. 某客运专线高架候车厅振动仿真研究 ..... 高芒芒,熊建珍,马 莉 (384)
9. 轮轨匹配对重载货车稳定性的影响研究 ..... 侯茂锐,陈 波,王成国 (392)
10. 高速动车组常用制动仿真分析研究 ..... 金 哲,杨伟君,李和平 (398)
11. 大功率盘形制动摩擦副计算机仿真分析方法的研究 ..... 焦标强,李和平,李继山,陈德峰 (404)
12. 北京西六环预应力混凝土斜拉桥转体前施工监控及仿真  
分析 ..... 荆龙江,牛 斌,马 林,陈 强 (407)
13. 重载铁路线路摩擦控制管理技术的仿真研究 ..... 李 伟,司道林,杜香刚,孟 宏 (414)
14. 高速受电弓空气动力学性能测量与分析 ..... 刘会平,韩通新,文小鹰,张 冰 (418)
15. 中国铁道列车纵向动力学的研究及应用 ..... 马大炜,王成国 (420)
16. 大功率电力牵引交流传动系统 SVPWM 算法  
研究 ..... 马志文,李 伟,蒋 威,张 黎,仝 力 (425)
17. 弹性轨枕式减振无砟轨道的落轴冲击分析 ..... 司道林,王继军,王 梦,孟 宏 (431)
18. 铁路运营重载列车后的桥梁适应性研究 ..... 王 丽,张玉玲,崔 鑫,荣振环 (436)
19. 30 t 轴重货车对轨道结构动力作用影响的仿真研究 ..... 孙加林,宣 言,万 家 (442)
20. 高速列车通过线路变坡点时车体垂向振动  
研究 ..... 王林栋,章 亮,王悦明,倪纯双,文 彬 (446)
21. 综合评价车辆/轨道系统动态特性的广义能量指数(GEI)及其在晃车分析中的  
应用 ..... 王卫东,刘金朝,赵 钢,孙善超,梁志明,李红艳 (451)
22. 客运专线铁路几何行车动力学研究 ..... 吴敬朴,宣 言,万 家 (457)
23. 砟下弹性垫层对大跨度桥梁及轨道结构的振动影响分析 ..... 熊建珍,高芒芒 (461)
24. 大秦线 2 万 t 重载组合列车关键技术——纵向冲动  
分析 ..... 徐 倩,王悦明,倪纯双,章 亮 (467)
25. 长钢轨普通平车运输中横向力的计算 ..... 杨广全,张长青,昌月朝,马玉坤,李善坡 (473)
26. 轮轨力监测系统有限元仿真平台研究 ..... 张 岩 (478)
27. 单轮对脱轨现象的仿真研究 ..... 赵 钢,孙善超,刘金朝 (485)

28. 大秦线不同机车混编的 2 万 t 组合列车运营安全性仿真研究 ..... 赵 鑫, 康 熊, 王成国, 马大炜 (493)

## 六、新材料新工艺

1. CRTS I 型、CRTS II 型水泥乳化沥青砂浆性能特点对比分析 ..... 曾 志 谢永江 翁智财 郑新国 刘 竞 王月华 (501)
2. 客运专线无砟轨道用弹条的研发 ..... 方杭玮, 许绍辉, 葛 晶, 肖俊恒 (505)
3. 客运专线扣件弹性垫板刚度试验研究 ..... 葛 晶, 方杭玮, 许绍辉, 肖俊恒, 李子睿, 王树国 (509)
4. 增强纤维合成轨枕的研究 ..... 凌烈鹏, 冯毅杰 (512)
5. 轨道板涂层钢筋与混凝土黏结强度试验研究 ..... 刘伟斌, 王继军, 赵 勇, 王 梦, 方杭玮 (515)
6. 铁路货车车轴材料相关技术综述及发展展望 ..... 刘鑫贵, 项 彬, 许亚娟, 吴 毅, 宋子濂 (520)
7. 机车轮缘磨耗分析与非接触式轮缘润滑装置的应用 ..... 刘颖鑫, 武小鹏, 王 杨, 杨兴宽 (526)
8. 一种新型胶凝材料——碱激发胶凝材料研究综述 ..... 楼梁伟, 仲新华, 谢永江, 朱长华 (530)
9. 整体节点双向应力焊缝疲劳试验研究 ..... 荣振环, 张玉玲, 刘晓光 (536)
10. U75V 铝热焊接头断轨原因分析 ..... 宋宏图, 丁 韦, 高振坤 (540)
11. 自密实混凝土技术研究现状及其在高速铁路中的应用 ..... 谭盐宾, 谢永江, 李化建, 易忠来 (543)
12. 铁路货车用高摩闸瓦磨耗特性及其相关因素 ..... 王京波 (548)
13. 客运专线箱梁混凝土硬化过程温度试验及裂缝控制研究 ..... 王 鹏, 李永强 (558)
14. 我国铁道车辆滚动轴承润滑脂的发展及展望 ..... 王夕明, 阎 鹏 (566)
15. 钢轨滚动接触疲劳损伤类型的预测评价研究 ..... 习年生, 李晓宇, 常崇义, 周清跃, 刘丰收 (570)
16. 严寒地区铁路桥梁支座灌浆材料的研究及应用 ..... 杨富民, 张 勇, 赵世运, 王吉全, 石刚强 (572)
17. 硅质惰性掺合料在铁路混凝土中的应用研究 ..... 易忠来, 李化建, 谢永江, 谭盐宾 (576)
18. 高原条件下润滑油的衰变与机车摩擦副状态的研究 ..... 张 红, 李卫东, 刘宏业, 王 丹, 蔺 利 (579)
19. 时速 200 km 客运专线成都至都江堰铁路 CRTS I 型板式无砟轨道轨道板设计 ..... 赵 勇, 王 梦, 王继军, 杜香刚 (584)
20. CRTS II 型水泥乳化沥青砂浆施工质量控制技术研究 ..... 郑新国, 翁智财, 刘 竞, 曾 志, 李书明 (590)
21. 铁路预应力混凝土结构新型封锚材料的研究 ..... 仲新华, 谢永江, 楼梁伟, 谭盐宾 (594)
22. 高速重载铁路钢轨技术的研究与应用 ..... 周清跃, 张银花, 陈朝阳, 刘丰收 (598)
23. 板式无砟轨道轨道板混凝土配制技术的研究 ..... 朱长华, 谢永江, 谭盐宾, 王保江, 裘智辉 (604)

## 七、铁路管理

1. 对进一步促进我国铁路行业科技成果转化的思考 ..... 韩保花 (613)
2. 发达国家铁路培训体系 ..... 贾光智 (617)
3. 基于现代服务理念的高新技术服务定价研究——以客运专线联调联试定价为例 ..... 王 澜, 白 鑫, 王 烈 (620)
4. 中国铁路高新技术应用对社会经济影响问题初步研究 ..... 王 烈, 任 民, 刘戒骄 (625)
5. 以市场需求为导向 大力发展铁路快捷货运 ..... 吴云云 (631)
6. 发达国家铁路在综合交通体系中的地位及启示 ..... 杨晓莉 (636)

## 八、环保、标准及计量

1. 京沪高速铁路施工期环境监控 ..... 陈泽昊, 程 驰, 张洁瑜, 孙 健, 白晓军, 刘建华 (643)



2. 高原低氧环境对青藏铁路建设者健康的影响 ..... 李 谊,孔宪会,梁勃洲,杨小丽,朱 浩,丁守全,段晋庆 (647)
3. 我国高速铁路车站噪声限值及其测量方法的研究 ..... 马 筠,辜小安,彭 锋,马 龙 (650)
4. 青藏铁路运营期高原危害因素的鉴别与分析 ..... 邱永祥,施红生,赵亚林,梅敏烽,谷丽华 (657)
5. 低碳运输背景下铁路的综合优势分析 ..... 王 嫒 (662)
6. “十一五”前期(2006-2008年)铁路节能减排效应分析 ..... 谢汉生,史立新,黄 茵,马 龙 (665)
7. 干涉降噪器在铁路声屏障工程中的应用 ..... 尹 皓,辜小安,步青松,朴泰善,李龙煜 (668)
8. 基于嵌入式控制器的动态电子轨道衡称重仪表 ..... 周用贵 (671)

## 九、实验技术

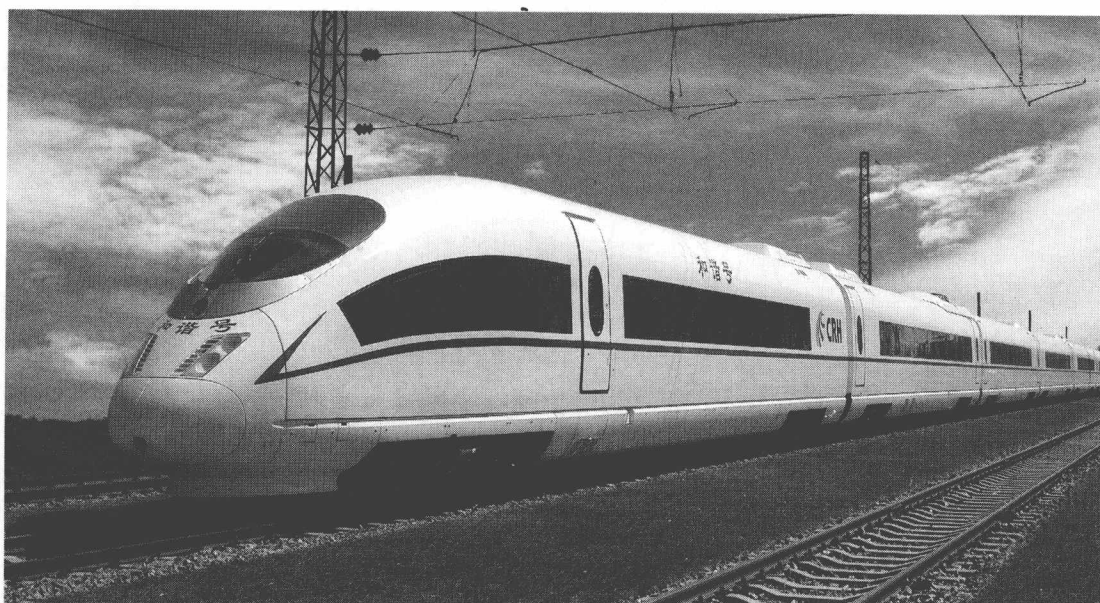
1. 车载 TPDS 动态检测设备的研究 ..... 暴学志,李甫永,傅正康,秦菊,李家林 (677)
2. 基于钢轨应变的轮轨垂直力连续测量方法研究 ..... 曾宇清,张格明,张 岩,于卫东,扈海军 (680)
3. 内燃机车连续测量测力轮对的研制和运用 ..... 储高峰 (690)
4. 机车车辆和高速动车组基础制动台架试验技术的发展 ..... 丁福焰,李和平,李继山 (695)
5. 高速列车技术创新服务平台运行机制的探讨 ..... 范 今;王俊彪;林 峰 (700)
6. 新型测力轮对静态标定台研制 ..... 胡爱全 (703)
7. 轮轨力连续测量技术在轨道检查中的应用 ..... 李谷,祖宏林,储高峰,胡爱全 (707)
8. 高速铁路客运服务系统实验室的研究与实践 ..... 李健民 (715)
9. 新型机车及动车组牵引性能测试系统的研究与开发 ..... 李杰波,张 波,陆 阳,高 翔,郑重雨 (720)
10. 交流传动试验台控制系统研究 ..... 李 伟,赵 震,唐 蕾,马志文 (726)
11. 高速铁路系统试验国家工程实验室质量管理体系方案设计 ..... 林 峰,王俊彪,范 今 (729)
12. DC600V 客车逆变器电路板测试装置的研制 ..... 刘东辉,宋术全 (733)
13. SYS—1000 型钢轨探伤车测速系统改造 ..... 刘 峰,王 凯 (736)
14. 车载探地雷达在提速线路中的应用 ..... 刘 杰,张千里 (740)
15. 基于 DSP 的 DC600V 客车逆变器控制系统试验台的研制 ..... 刘伟志,姜雪松,王永祥,宋术全 (745)
16. 大跨度悬索桥主缆缠丝后钢丝摩阻力试验分析 ..... 潘永杰,刘晓光,张玉玲,田 越 (748)
17. 交流传动试验台主回路电气系统研究 ..... 唐 蕾,李 伟,张 黎,仝 力 (751)
18. 国家工程实验室核心竞争力评价与培育分析 ..... 王俊彪,徐 上,王 烈,张 鹏 (756)
19. 国家级科技创新平台对创建一流科研院所的支撑作用 ..... 王忠文,王俊彪,戈鹤川,李守义,齐向春,钱立新,史维峰 (762)
20. 电阻应变片传感器在铁路领域的应用 ..... 徐玉坡 (772)
21. 环行试验线无缝线路稳定性研究 ..... 闫晓春,张金月,晋 杰 (775)
22. 轨道加载车控制系统的设计 ..... 杨 亮,柴雪松 (777)
23. 机车紧急制动后使用动力制动试验研究 ..... 杨 欣,邵 军 (780)
24. 变流器试验台的开发与研制 ..... 姚文革,刘伟志,李 红,左 鹏,程建华 (788)
25. 现代岩土原位测试及现场监测技术在铁路工程中的应用 ..... 叶阳升,张千里,刘 杰,姚建平 (791)
26. 高速动车组交流传动试验台测试系统的设计与实现 ..... 赵 震,张 黎,李 伟 (796)
27. 轮轨力检测系统及其在钢轨波浪磨耗检测中的应用 ..... 祖宏林 (802)

## 十、城市轨道交通

1. 城轨车辆制动系统的制动力管理分析 ..... 樊贵新,李学峰,王新海 (809)

2. 城镇控制爆破的强力炮被覆盖技术 ..... 付天杰, 赵超群, 刘世波, 郭 峰 (814)
3. 大跨度系杆拱桥施工控制零位移分析法 ..... 潘家英, 孙峻岭, 高芒芒, 李永强 (817)
4. 创整合型媒体 营造城轨信息服务平台 ..... 冒一平 (823)
5. 国外城市群区域轨道交通发展经验与借鉴 ..... 史俊玲 (826)
6. 北京地铁 4 号线车辆段 ATS 系统的设计与实现 ..... 孙 旺, 李克剑 (832)
7. 地铁施工安全管理信息系统的研究 ..... 王辉麟, 蒋秋华, 王富章 (836)
8. 城市轨道交通自动驾驶(ATO)功能初探 ..... 王俊锋, 张福信 (840)
9. 光面预裂爆破对边坡保留岩体损伤规律研究 ..... 薛 里, 孟海利, 杨年华 (842)
10. 精准控制钻孔角度的定向装置研究 ..... 杨年华, 薛 里, 孟海利 (846)
11. CBTC 系统后备模式扩展功能的探讨 ..... 尹逊正, 郜洪民, 贾学祥 (849)
12. 在城轨 ATS 中使用虚拟化技术的研究 ..... 应志鹏, 苗义峰, 魏 博 (852)
13. 路堑边坡光面(预裂)爆破质量评价数字化系统初探 ..... 赵超群, 张志毅, 付天杰 (855)

# 一、高速铁路及客运专线



60 周年学术论文集



# 高速铁路浸水路基动载试验研究

蔡德钧, 陈 锋, 张千里, 叶阳升

(中国铁道科学研究院 铁道建筑研究所, 北京 100081)

**摘 要:**通过高速铁路浸水路基试验段现场激振模拟试验, 测试分析不同深度处路基动应力、动变形、动孔压等内容, 分析在模拟列车动荷载作用下的动态响应特性和长期稳定性。试验结果分析表明, 采用此 AB 组填料填筑的路基, 在与试验模拟的应力水平相当的长期动荷载作用下, 动孔压总体上无增长的趋势, 动变形随动载次数的增加, 无增大的趋势, 对路基的长期稳定性影响不大。

**关键词:**高速铁路; 浸水路基; 激振模拟; 动孔压; 动变形

我国地域广阔, 高速铁路沿线无法避免浸水路基, 而且浸水路基常常会遇到软弱地基。路基是作为上部轨道结构的基础, 路基质量的好坏必然反映到上部结构, 路基稳定性必然会影响高速铁路的不平顺。浸水路基除了在水流冲击、淘刷、侵蚀及水对路基填土的软化、水位升降等作用外, 还必须经受列车循环荷载的长期作用, 其稳定性与非浸水路堤相比更易受到威胁。因此, 循环荷载作用下对浸水路基的长期稳定性研究是浸水路基设计的一个重要组成部分, 有必要对其长期稳定性进行科学的验证。本次试验拟对循环荷载作用下的浸水路基长期稳定性通过现场激振试验进行模拟, 并验证浸水路基设计参数。

## 1 现场试验方案

### 1.1 试验工况

试验工点位于京沪高速铁路浸水路基试验段, 地基采用 CFG 桩处理(桩间距 1.8 m, 桩帽 1.0 m×1.0 m), 路基填筑至基床表层顶面, 高度为 3.0 m。路基基床以下填筑 AB 组填料, 基床表层填筑 0.4 m 厚级配碎石。

平台以下路基填料取样击实试验结果表明, 最大干密度为 2.082 g/cm<sup>3</sup>, 最佳含水量 10.2%, 其颗粒分析曲线如图 1 所示。粒径大于 0.075 mm 颗粒的质量占总质量的 86.5%, 超过 85%, 不均匀系数大于 37, 按照分类该填料属于 B 组填料。

### 1.2 浸水边界与荷载的模拟

本次现场激振试验为高速铁路无砟轨道循环

荷载作用下浸水路基的动态模拟试验。试验充分考虑 CRTS II 型板式无砟轨道条件下路基的受力特点, 建立动态模拟试验系统如图 2。在基床表层面浇筑 C40 钢筋混凝土承台(4.9 m×3.25 m×0.3 m), 采用预埋螺栓将转接板固定, 激振机与转接板固定。路基在设计水位下完全浸泡后施加动态作用力, 量测动应力、动变形、动孔压、塑性变形等。模拟不少于高速铁路一个维修周期的动载作用次数。

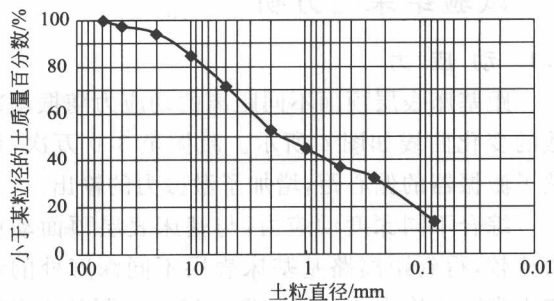


图 1 颗粒分析曲线

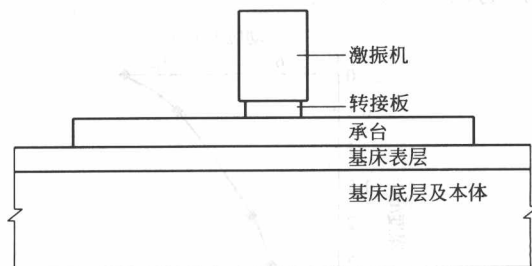


图 2 激振试验系统示意

### 1.3 传感器布置

传感器布置如图 3 所示。



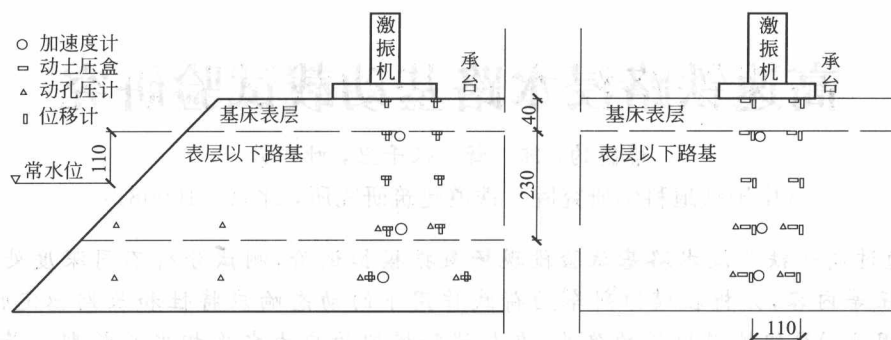


图3 传感器布置(单位:cm)

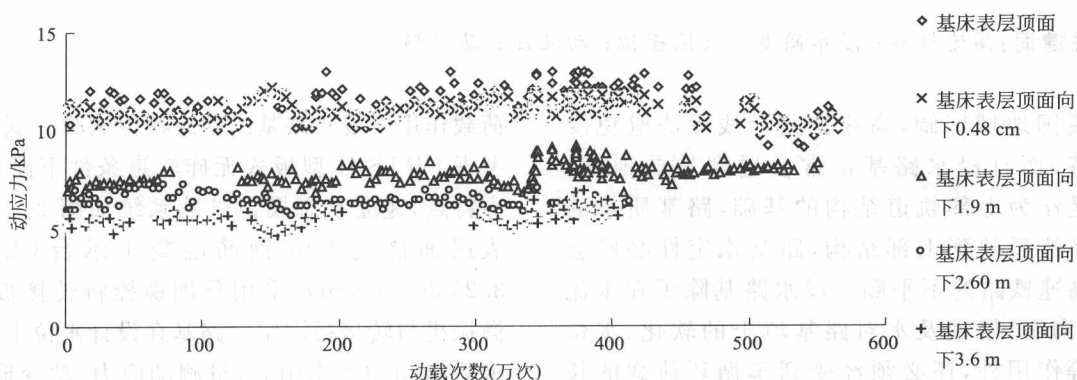


图4 距离基床表层顶面不同深度动应力与动载次数的关系

## 2 试验结果与分析

### 2.1 动应力

距基床表层顶面不同距离的动应力随振动次数的变化曲线如图4所示。激振至380万次,调整了激振器的偏心距,增加了激振力的输出。

综合不同深度动应力,与基床表层顶面动应力比较,得到距离路基基床表层不同深度处的动应力衰减程度变化曲线如图5所示。距基床表层2.6 m范围内动应力衰减较快,减小至表层顶面动应力的46.5%左右。

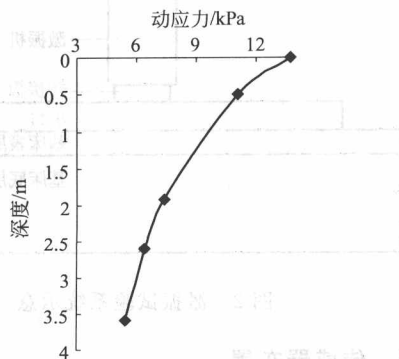


图5 距离基床表层顶面不同深度动应力衰减关系

### 2.2 动变形

动变形的测试基点距路基基床表层3.35 m。路基内各层的动变形与动载次数的关系曲线如图6所示。

实测结果表明,基床表层顶面的动变形分布在0.015~0.03 mm的范围内。在380万次处动变形有所增大,是由于此时动应力有所调整增大所致,在调整输出荷载后,测得的动变形。在距基床表层顶面0.5 m处的动变形在0.01 mm左右,1.91 m处的动变形在为0.005 mm。可以看出动荷载的变化,对基床表层的动变形影响比较明显。

### 2.3 动孔压

动孔压是本次试验重要测试内容。动孔压主要测试了动载作用下距路基基床表层1.78 m和2.50 m深度处不同测点的动态孔压值。距离路基基床表层2.5 m靠近线路中心处动孔压与动载次数的关系如图7所示。取相应的动孔压平均值0.34 kPa,动应力平均值6.3 kPa,其比值为0.054。

距离路基基床表层1.9 m靠近线路中心处动孔压与动载次数的关系如图8所示,动孔压平均

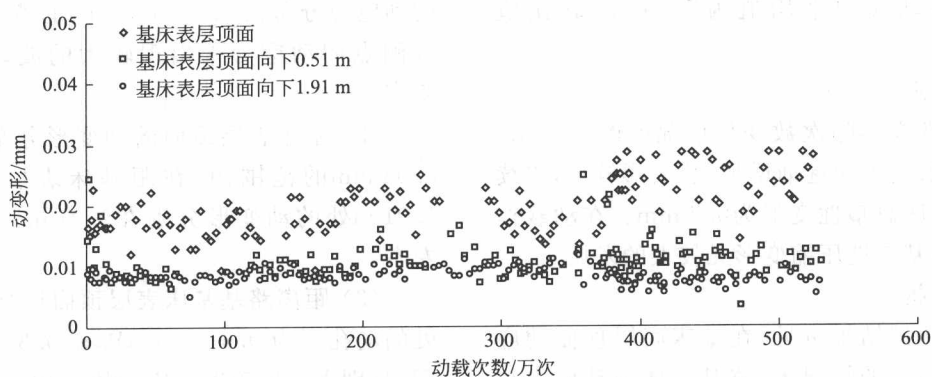


图6 动变形与动作次数关系

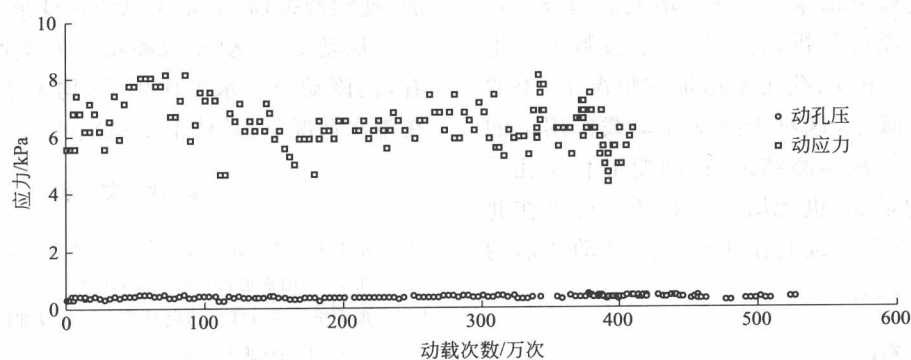


图7 2.50 m动应力、动孔压与动载次数关系

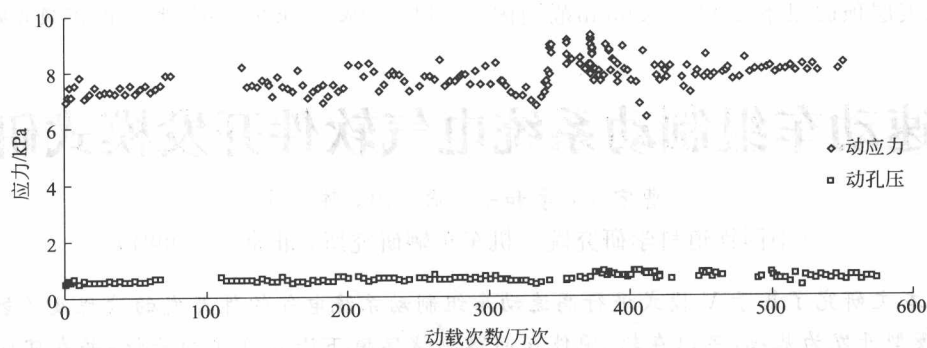


图8 1.90 m动应力、动孔压与动载次数关系

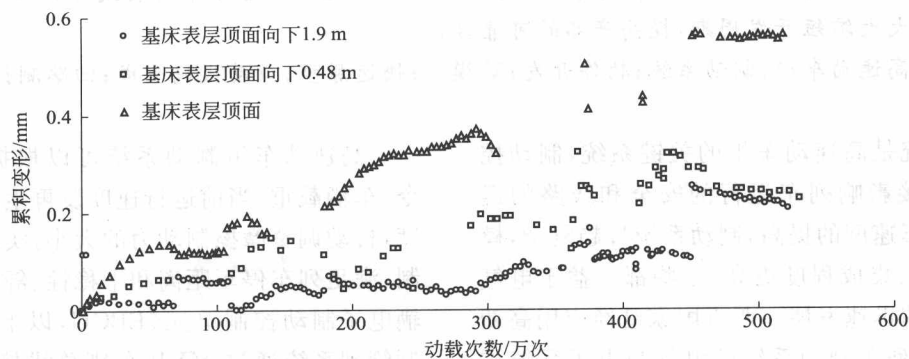


图9 塑性变形与动载次数关系

值 0.62 kPa, 动应力平均值为 7.4 kPa, 其比值为 0.084。

## 2.4 塑性变形

基床塑性变形随次数变化情况如图 9 所示。总体上随次数增大而逐渐增加, 总变形较小, 连续激振前、后基床总塑性变形为 0.6 mm。在动载作用过程中, 路基塑性压缩变形无较大的发展。

## 2.5 分 析

由以上测试结果可见, 在基床底层顶面动应力基本保持不变的情况下, 路基本体内动应力与动载初始作用时刻的动应力相当, 无明显变化。动孔压在此过程中总体上也并无增大的趋势。若按照有效应力原理分析, 若土的力学参数不发生变化, 在总应力不变、孔压不增加的情况下, 土的抗剪强度不会减小, 这对于路基在动载作用下的稳定影响不大。从实测结果看, 动变形和动孔压随动载次数的增加, 也无增加的趋势。可见在此应力条件下, 长期动载的作用对于路基动变形的长期影响并不显著。

## 3 小 结

(1) 基床表层顶面动应力保持在 13 kPa 左右水平下, 基床表层顶面以下 1.90~2.60 m 范围内

的动应力分布在 6.0~7.4 kPa 的范围内, 路基内各测点的动应力未出现较大的波动, 基本保持稳定。

(2) 基床表层顶面的动变形分布在 0.015~0.03 mm 的范围内, 在距基床表层顶面 0.5 m、1.91 m 处的动变形分别在 0.01 mm 和 0.005 mm 左右。

(3) 距离路基基床表层顶面 1.78 m 和 2.50 m 处的动孔压为 0.5~0.8 kPa 和 0.3~0.45 kPa 范围, 分别占相近深度动应力的 0.084 和 0.054。

(4) 总塑性变形较小, 随次数增大而逐渐增加, 连续激振前、后基床总塑性变形为 0.6 mm。

从动变形、动孔压和路基的塑性压缩变形来看, 在该动应力水平作用下, 均无增大趋势, 路基在浸水情况下, 总体上是稳定的。

## 参 考 文 献

- [1] 张千里. 铁路路基基床结构设计方法及参数的研究[R]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2008.
- [2] 张千里. 既有线提速路基综合评估及加固技术的研究[R]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2005.
- [3] 韩自力. 提速区段路基技术条件的研究[R]. 北京: 铁道科学研究院, 2004.
- [4] 刘成宇. 土力学[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.

# 高速动车组制动系统电气软件开发模式研究

曹宏发, 李和平, 章 阳, 陈 伟

(中国铁道科学研究院 机车车辆研究所, 北京 100081)

**摘 要:** 本文研究了基于 V 模式进行高速动车组制动系统电气软件开发的过程及关键技术。以电气软件算法模型开发为基础, 可以在软、硬件在回路测试环境下进行算法的验证, 并在实时仿真环境下进行电气软件算法的实时快速原型验证; 代码集成工具可以将算法模型生成 C 代码, 与多任务实时操作系统及 CAN 通信等协议数据库集成并应用在产品中。经验证, 这种开发模式在保证控制算法效果的同时, 可以大大缩短开发周期, 提高产品的可靠性。

**关键词:** 高速动车组; 制动系统; 软件开发; V 模式; 快速原型; 自动代码生成; 回路测试

制动系统是高速动车组的关键系统, 制动控制性能将直接影响列车运行的安全和线路的运营。随着列车速度的提高, 制动系统日趋复杂, 模块化、智能化、集成程度更高, 这些都得益于电气与电子系统的迅速发展。西方国家已经应用高新技术, 对高速列车制动系统的电气与电子系统进行整体优化设计, 使之成为电子综合控制系统。

高速动车组制动系统可以根据司机制动指令、车辆载重、当前运行速度及再生制动的投入程度, 自动调整摩擦制动力的的大小, 实现列车制动控制, 满足列车停车距离和平稳性、舒适性要求。车辆电子制动控制单元(EBCU, 以下同)与列车控制管理系统通过 MVB 车辆总线接口, 内部采用基于 CAN 总线的分布式网络控制, 具有网络控

制、列车制动管理、分段制动管理、空气制动控制、复合制动控制、车轮滑行保护控制、空压机管理和控制、在线测量与智能诊断等诸多功能。

可以说高速动车组制动系统的电气软件开发包含了从需求定义直到最终产品的全过程,从系统设计到控制、算法、数据的可视化,再到控制系统的实现与在线监测与维护管理等。在这个过程中,我们需要一个统一的、跨专业的设计平台和开发工具,这个开发平台包含开发各阶段所需的开发模块,并具有较好的开放性。本文通过调研国内外先进的制动系统及相关行业、专业和领域,提出国产高速动车组制动系统电气软件 V 型开发模式,并在试验室进行了初步的设计验证。

## 1 基于 V 模式的软件开发流程

基于模型的系统开发是目前国际上流行的 1 种开发流程。模型是对被控对象和控制系统的统一描述,是 1 种可执行的规范,通过数学仿真可以修正模型的错误。模型具有层次性,对于具有层次结构的复杂系统便于理解,可提高系统的复用性。

所谓 V 模式如图 1 所示,是指在开发过程中,通过不断的验证与确认,确保开发的产品在从顶层设计到最终实现的过程中保持一致。这种 V&V 的设计模式,采用现代的计算机技术,通过基于模型的设计理念,以图形化的模型作为设计平台,并以建立的模型作为整个系统设计的规范,通过不断的仿真来验证设计的正确性与可靠性。



图 1 基于 V 模式的软件开发流程示意图

(1) 图形化建模和离线仿真。在图形化建模和离线仿真阶段,可以方便地建立系统的控制模型,还可以结合高可靠性嵌入式软件设计验证工具进行设计验证,可测试在 Simulink 等环境下开发的模型,并可测试由模型生成的代码的可靠性。

(2) 快速控制原型开发。在快速原型阶段,

直接生成代码到实时仿真硬件,可以完成快速原型和半实物仿真工作,并且可以提供一个实时的测试环境。

(3) 自动产品代码生成。产品代码生成工具可以从构建的模型直接生成产品级的代码,并和实时操作系统共同用于最终产品的实现。

(4) 硬件在回路仿真。可以提供故障模拟的实时环境,在此环境中,进行充分的故障模拟和系统重构的模拟来测试开发的 EBCU 产品。

(5) 测量与标定。利用标定工具和基于总线的测量设备来进行 BCU 的标定工作。除此之外,提供重要的测试和分析工具,可以将设计、分析、测试一体化实现,还提供了和采集卡相连的工具,帮助完成数字化的测试。

## 2 基于 V 模式的高速动车组制动系统软件开发

高速动车组制动系统软件开发以系统级的设计理念为基础,引入了目前国际上领先的基于 V 模式的电气系统软件开发流程,可以解决在传统的控制系统开发中所遇到的各种问题。在开发过程中可以将桌面上控制算法的离线仿真,实验室内的控制原型的测试,以及车辆的实际测试标定过程统一起来,减少开发的成本和冗余的工作,加快开发的进程。做到“快”、“好”、“省”。

### 2.1 系统架构设计开发

分布式 EBCU 的结构复杂,如果从一开始就进入系统的控制算法、通信等的详细设计,会使得设计的结果和系统的需求并不完全吻合,导致开发周期和开发质量都不尽如人意。为了保证系统的完备与准确,需要在最开始的阶段进行系统需求分析、结构设计,并由此产生系统的网络通信需求,展开各功能模块的具体开发流程如图 2 所示。

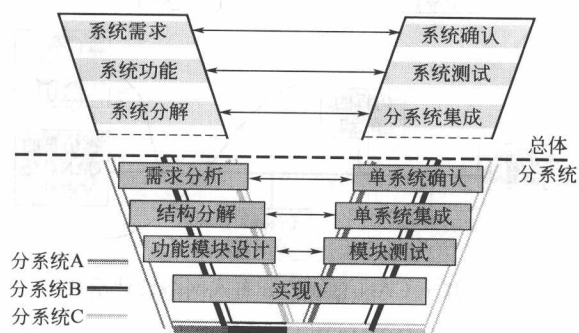


图 2 系统构架顶层设计示意图