

“十一五”国家科技支撑计划重点项目

新型城市轨道交通技术丛书



城市轨道交通可持续发展研究 及工程示范

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG KECHIXU FAZHAN YANJIU JI GONGCHENG SHIFAN

张雁 宋敏华 冯爱军 编著

中国建筑工业出版社

“十一五”国家科技支撑计划重点项目
新型城市轨道交通技术丛书

城市轨道交通可持续发展 研究及工程示范

张 雁 宋敏华 冯爱军 编著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通可持续发展研究及工程示范/张雁, 宋敏华, 冯爱军编著.
北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
(“十一五”国家科技支撑计划重点项目. 新型城市轨道交通技术丛书)
ISBN 978-7-112-11833-5

I. 城… II. ①张…②宋…③冯… III. ①城市铁路-可持续发展-研究
②城市铁路-铁路工程-研究 IV. U12 U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 031195 号

本书的主要内容包括城市轨道交通可持续发展研究的几个方面: 第 1 章概述了城市轨道交通可持续发展的因素、管理政策、技术政策以及工程示例, 全书的内容也围绕这些问题展开; 第 2 章介绍了国内外城市轨道交通的发展现状; 第 3 章针对目前我国城市轨道交通发展过程中存在的主要问题, 以调查问卷和调查表方式进行了行业发展调研分析; 第 4~6 章分别针对城市轨道交通投资、建设、运营期间影响可持续发展的几个突出问题进行了分析; 第 7~9 章对城市轨道交通可持续发展的管理政策和技术政策进行了分析; 第 10 章详细介绍了工程示例, 通过北京、广州、南京等地的工程示范效果, 带动我国城市轨道交通的可持续发展; 第 11 章结合研究成果, 提出了城市轨道交通可持续发展的建议。

本书对从事城市轨道交通的科研人员与管理人员有很好的参考作用, 也可作为高等院校交通工程专业、交通运输专业、土木工程专业及其他相关专业师生的教学参考书。

* * *

责任编辑: 王 梅
责任设计: 赵明霞
责任校对: 关 健

“十一五”国家科技支撑计划重点项目
新型城市轨道交通技术丛书
城市轨道交通可持续发展研究及工程示范
张 雁 宋敏华 冯爱军 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京嘉泰利德公司制版
北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 430 千字

2010 年 3 月第一版 2010 年 3 月第一次印刷

定价: 42.00 元

ISBN 978-7-112-11833-5

(19089)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

“十一五”国家科技支撑计划 “新型城市轨道交通技术”项目组成员名单

总 负 责：施仲衡、黄 卫

领 导 小 组：黄 卫、赖 明、陈 重、李东序、唐 凯、杨 榕、
曾少华

咨询专家组：施仲衡、黄 卫、王梦恕、吕志涛、刘友梅、刘建航、
钱清泉、钱七虎、常文森、张 弥、全永燊、陈韶章、
陈 光、沈景炎、沈子均、金 锋、杨家齐、焦桐善、
俞家康、简 炼、龙家驹

实施专家组：宋敏华、冯爱军、梁青槐、秦国栋、张 雁、许双牛、
王志宏、郜春海、王永宁、赵明花、雷丽英、唐 涛、
龙志强、李 杰、刘志刚、于松伟、林 正

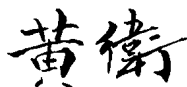
项目办公室：兰 荣、李礼平、冯爱军、陈 新、杨瑾峰、王英姿、
王果英、顾宇新、王晓东、梁青槐、陆振波、索 欢、
施 翊、王亚红、魏 运

总 序

城市轨道交通是缓解大城市交通拥堵的有效措施，也是践行科学发展观，实施公交优先战略，改善城市人居环境的必然要求，是促进我国城市可持续发展的重要战略举措。

我在建设部工作时，主管工程建设工作，2006年7月19日，主持召开了全国首次轨道交通技术攻关专题会议，决定组织全国的力量开展城市轨道交通关键技术研究，要求以科学发展观为指导，紧紧围绕资源节约、环境友好、技术创新和安全便捷的理念，系统总结我国城市轨道交通发展的成功经验，推广已经取得成效的创新技术及先进的施工工法，着力研究解决城市轨道交通建设、运营和管理中的突出问题，形成具有中国特色的城市轨道交通政策、法规和标准体系。2007年4月16日，科技部正式批复了国家科技支撑计划“新型城市轨道交通技术（2006BAG02B00）”项目。通过系统研究提出我国城市轨道交通系统的发展机制和创新模式，建立基于城市轨道交通的综合交通规划体系，构建城市轨道交通标准体系，研制具有自主知识产权的城市轨道交通运行与控制系统，突破中低速磁浮交通系统和100%低地板轻轨车等具有自主知识产权的关键技术，为城市轨道交通的规划和建设提供技术支撑，提高轨道交通装备制造业的整体技术水平，带动产业发展。目前各课题基本完成了任务。项目共包括6个课题，62个子课题。参与研究的单位101个，参加研究的工作人员800余人，提出了25项专题研究成果、8个规范性文件、2个标准体系、15项关键技术标准，有25项行业技术标准在编。实现了综合控制（CBTC）、中低速磁浮交通系统、100%低地板轻轨车等核心技术的突破。

本套丛书是以上研究成果的总结提炼，从落实科学发展观和建立创新型国家的高度，提出了可持续发展政策建议、投融资模式创新、建设和运营管理指南、规划理论与方法、核心技术概论等内容。丛书是国内第一次全面研究城市轨道交通关键技术的书籍，内容丰富，取材新颖，既可作为高等院校交通工程专业、交通运输专业、土木工程专业及其他相关专业师生的教材或教学参考书，也可作为轨道交通领域的研究人员、工程技术人员及管理人士的参考资料和培训教材。

中国工程院院士 

2009年12月9日

丛书前言

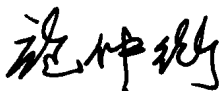
城市轨道交通在我国经过半个世纪的发展，经历了从无到有、从慢到快的发展过程，一路走来，有过停顿和挫折，也有经验和成就。尤其是近二十年来，我国的轨道交通建设得到了蓬勃发展，除了北京、上海、广州等特大城市，其他省会城市，包括经济发达的二线城市，也掀起了一轮轨道交通的建设高潮。业内人士在不断总结前人经验和教训的基础上屡有创新，在一些关键技术上也有重大突破，系统国产化水平不断提高，为有效降低轨道交通的造价、提升服务水平创造了有利条件。

为了实现全国各地轨道交通行业的经验共享，同时凝聚力量对主要关键技术进行研究，由住房和城乡建设部牵头组织全国地铁规划、设计、建设、运营和科研院校等多家单位，承担了“十一五”国家科技支撑计划“新型城市轨道交通技术”项目，并以此项目为依托，组织国内专家学者编写完成了这套《新型城市轨道交通技术》系列丛书，丛书第一批拟出版《新型城市轨道交通技术概论》、《城市轨道交通可持续发展研究及工程示范》、《城市轨道交通投融资模式研究》、《城市轨道交通建设综合造价控制》、《城市轨道交通建设项目管理指南》、《城市轨道交通规划理论与方法》、《城市轨道交通运行与控制（CBTC）》、《中低速磁浮交通系统概论》共八册。

该套丛书既是对城市轨道交通行业目前规划、建设、运营、投融资以及控制系统方面的先进经验和关键技术的总结提炼，同时也为今后的轨道交通建设指出了一条发展思路，为把我国的城市轨道交通建设成资源节约型、环境友好型、技术创新型和安全便捷型的新型城市轨道交通，走出一条又好又快的发展道路奠定了基础。

本书可作为政府主管部门、轨道交通建设和运营单位、设计咨询单位、施工企业、科研院所及大专院校的参考资料。

中国工程院院士



2009年12月9日

课题一

“城市轨道交通技术发展和创新体系研究与示范”

课题组主要成员名单

张	雁	宋敏华	冯爱军	丁建隆	于松伟	王	灏
任	静	朱	斌	朱自强	张	凌	陆
林	正	罗普庆	顾保南				

《城市轨道交通可持续发展 研究与工程示范》编委会名单

主 编：张 雁 宋敏华 冯爱军

编委会成员（按笔画排序）：

丁建隆	于松伟	王 灏	王文江	王亚红
王伟锋	冯 黎	朱 斌	朱自强	任 静
刘利芝	刘坤岩	许巧祥	孙 彰	李 丹
李应斌	杜文库	何 霖	余才高	沈子钧
张 凌	陆 明	陈 峰	陈军锋	林 正
郑明远	金 淮	胡文伟	袁敏正	顾保南
徐耀德	梁青槐	韩慧敏	雷华明	戴树森

本书前言

我国城市轨道交通建设正处于前所未有的快速发展阶段。轨道交通逐步成为特大城市的公共交通骨干，将对充分发挥城市功能、缓解城市交通拥堵、改善城市环境、落实国家节能减排战略、促进国民经济和社会和谐发展起到重要作用。

在“十一五”国家科技支撑计划首批启动的重点项目“新型城市轨道交通技术”(2006BAG02B00)之课题一“城市轨道交通技术发展和创新体系研究与示范”(2006BAG02B01)研究成果的基础上，以落实科学发展观和城市轨道交通可持续发展为目标，围绕城市轨道交通建设管理技术体系，课题组组织城市轨道交通领域的主要专家，编写了《城市轨道交通可持续发展研究及工程示范》一书。书中收录了近三年来课题组对全国范围城市轨道交通调研的成果，包括行业发展能耗分析、安全分析、造价分析、政策分析及技术创新成果分析。从可持续发展角度出发，针对目前我国城市轨道交通建设和运营过程中存在的主要问题，总结了我国城市轨道交通近年来在建设、运营实践中研发的新技术及积累的好经验，用以指导其他在建和筹建城市的轨道交通建设，系统地提出了我国城市轨道交通系统的发展机制、技术政策体系和创新技术体系。以北京、南京、广州为范例，从投融资、建设管理、运营管理的角度，展示了可持续发展城市轨道交通的新成果。

本书的主要内容包括课题进行的城市轨道交通可持续发展研究的几个方面：第1章首先概述了城市轨道交通可持续发展的因素、管理政策、技术政策以及工程示例，全书的内容也围绕这些问题展开；第2章介绍了国内外城市轨道交通的发展现状；第3章针对目前我国城市轨道交通发展过程中存在的主要问题，以调查问卷和调查表方式进行了行业发展调研分析；第4~6章分别针对城市轨道交通投资、建设、运营期间影响可持续发展的几个突出问题进行了分析，包括创新的投融资模式探讨及全生命周期的城市轨道交通的综合造价控制，对近年来所发生的城市轨道交通安全事故进行的多角度分析，在调研基础上进行的以电耗指标为主要研究目标的城市轨道交通能耗调研和分析；第7~9章对城市轨道交通可持续发展的管理政策和技术政策进行了分析，包括城市轨道交通全生命周期的建设管理政策机制分析，系统提出了城市轨道交通技术发展纲要，在对二十多个专业和13个重点综合技术领域的技术发展趋势研究的基础上，提出了至2020年我国城市轨道交通各专业和各领域的技术发展方向及技术发展措施，同时也提出了今后，特别是“十二五”期间城市轨道交通的技术研发方向，总结

提出了我国城市轨道交通系统的技术创新、评估与推广的政策体系及我国城市轨道交通最新的技术成果；第10章详细介绍了工程示例，通过北京、广州、南京等地的工程示范效果，带动我国城市轨道交通的可持续发展；第11章结合研究成果，提出了城市轨道交通可持续发展的建议。

本课题由中国土木工程学会及其城市轨道交通技术推广委员会牵头，会同委员单位北京城建设计研究总院、北京市基础设施投资有限公司、南京地下铁道有限责任公司、广州市地下铁道总公司、北京交通大学、同济大学和香港地铁有限公司共同合作完成。以施仲衡院士牵头的课题专家委员会，为解决课题实施过程中所遇到的问题提供了有力的技术支持与指导，参与了各子课题的评审并提出了很多建设性的意见。住房和城乡建设部相关业务主管司局（科技司、质量安全监管司、城市建设司、标准司等）对课题研究工作高度重视，不仅为课题调研提供了良好的实施条件，还对课题组织管理等全方位工作给予了积极的支持和指导。课题调研分析工作还得到了北京市轨道交通建设管理有限公司、北京市地铁运营有限公司、北京安捷工程咨询有限公司、上海申通地铁集团有限公司、深圳市地铁集团有限公司、重庆市轨道交通总公司、长春市轨道交通有限责任公司的大力支持！

本书内容对提高我国城市轨道交通建设技术与管理水平具有指导意义，对从事城市轨道交通的科研人员与管理人员有很好的参考作用，也可作为高等院校交通工程专业、交通运输专业、土木工程专业及其他相关专业师生的教学参考书。

我国城市轨道交通的发展正以超出想象的速度发展，书中难免会有不足和数据的变化，敬请行业同仁批评指正！

完成此书，也得到了很多行业同仁和同事的大力支持，在此一并表示感谢！

目 录

第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 可持续发展定义	2
1.3 可持续发展工程示例	3
第2章 城市轨道交通的发展现状	5
2.1 境外城市轨道交通发展概况	5
2.1.1 总体情况	5
2.1.2 典型城市的轨道交通概况	6
2.1.3 发展趋势	19
2.2 境内城市轨道交通发展概况	21
2.2.1 发展现状	21
2.2.2 发展趋势	27
第3章 城市轨道交通行业调研分析	29
3.1 调研设计	29
3.2 调查问卷分析	31
3.3 调研数据统计分析	39
3.3.1 行业现状与资源分析	39
3.3.2 运营情况分析	41
3.3.3 近期建设线路情况	42
3.3.4 车型选择统计分析	43
3.3.5 运营安全统计	44
3.3.6 投融资情况调查分析	45
3.3.7 项目还贷资金情况调查分析	45
3.3.8 技术创新成果共享与推广分析	45
3.4 城市轨道交通建设与运营迫切需要解决的问题分析	46
3.4.1 政策	46
3.4.2 系统制式及敷设方式	47
3.4.3 线路运营效率	49

3.4.4 重复研发问题	49
第4章 城市轨道交通经济分析	51
4.1 城市轨道交通投融资	51
4.1.1 城市轨道交通投融资概述	51
4.1.2 城市轨道交通投融资模式	53
4.1.3 城市轨道交通投融资政策建议	55
4.2 城市轨道交通综合造价控制	57
4.2.1 概述	57
4.2.2 城市轨道交通全寿命周期成本控制理论	62
4.2.3 造价控制措施	64
第5章 城市轨道交通建设安全分析	70
5.1 城市轨道交通总体安全形势	70
5.1.1 安全事故时有发生	70
5.1.2 安全风险仍然突出	72
5.2 建设安全事故归纳统计及综合分析	73
5.2.1 安全事故统计说明	73
5.2.2 典型施工工法事故统计分析	73
5.2.3 安全事故特点统计分析	75
5.2.4 安全事故特点综合分析	81
5.3 城市轨道交通安全管理的问题及建议	82
5.3.1 存在的主要问题	82
5.3.2 原因分析	83
5.3.3 加强城市轨道交通安全管理	84
第6章 城市轨道交通能耗分析	85
6.1 概述	85
6.2 能耗指标	86
6.3 电耗调查与指标分析	88
6.3.1 电耗调查数据	88
6.3.2 电耗指标计算	89
6.3.3 电耗指标分析	91
6.4 城市轨道交通电耗影响因素	102
6.4.1 牵引电耗影响因素分析	102
6.4.2 动力照明电耗影响因素分析	107

6.4.3	主要因素的影响程度	112
6.5	结论	114
第7章	城市轨道交通管理政策分析	117
7.1	概述	117
7.1.1	现行国家有关法规制定情况	117
7.1.2	国家部委发布的指导性意见	118
7.1.3	地方相关法规制定情况	119
7.2	国外及港台地区轨道交通项目政府监管借鉴	119
7.2.1	国外及港台地区轨道交通建设管理经验	119
7.2.2	国外及港台地区轨道交通建设管理流程	122
7.2.3	与国外及港台地区轨道交通项目政府监管政策实施对比	123
7.2.4	国外及港台地区轨道交通建设管理主要经验借鉴	125
7.3	我国城市轨道交通建设管理政策	125
7.3.1	经济定位	126
7.3.2	交通模式选择	127
7.3.3	网络规划	128
7.3.4	投融资模式	129
7.3.5	项目资本金	130
7.3.6	项目审批	131
7.3.7	项目评估与审查	132
7.3.8	规划保护区设置	133
7.3.9	产业开发授权	134
7.3.10	建设管理模式	135
7.3.11	项目建设标准	137
7.3.12	建设项目管理	138
7.3.13	与利益相关方的关系	139
7.3.14	政府监管	140
第8章	城市轨道交通技术发展	142
8.1	概述	142
8.2	技术发展目标和要求	142
8.3	技术发展研究的基本原则	143
8.4	土建工程技术	145
8.4.1	线路工程	145
8.4.2	车站建筑	146

8.4.3	地下结构	147
8.4.4	高架结构	147
8.5	车辆及设备系统技术	148
8.5.1	车辆	148
8.5.2	供电系统	148
8.5.3	通信系统	148
8.5.4	信号系统	148
8.5.5	综合监控	149
8.5.6	车站设备	149
8.6	综合专项技术	149
8.6.1	高架线路综合技术	149
8.6.2	既有线改造成套技术	150
8.6.3	车辆段技术	150
8.6.4	控制中心	150
8.6.5	交通一体化技术	150
8.6.6	节能减排技术	150
8.6.7	工程环保	151
8.7	管理技术	151
8.7.1	建设安全与运营安全	151
8.7.2	多层次资源共享	151
8.7.3	运营管理与运营效率	152
8.7.4	RAMS 综合评价技术	152
8.7.5	资产管理技术	152
8.7.6	项目后评价	152
8.7.7	设计标准化	152
第9章	城市轨道交通技术创新体系与新技术评估和推广	154
9.1	技术创新体系	154
9.1.1	技术创新体系层次	155
9.1.2	技术创新体系矩阵	155
9.1.3	城市轨道交通技术创新体系存在的问题	157
9.1.4	技术创新服务需求	157
9.2	新技术评估指标体系	158
9.2.1	综合技术评估指标	158
9.2.2	土建技术评估指标	159
9.2.3	机电设备技术评估指标	160

9.3	新技术评估与推广实施方法	161
9.3.1	新技术成果评估指南	161
9.3.2	新技术推广项目申报与实施指南	162
9.4	我国城市轨道交通最新技术成果	162
9.4.1	综合技术	163
9.4.2	土建技术	164
9.4.3	机电设备技术	165
9.5	新技术应用效果	166
第10章	可持续发展特色工程示例	176
10.1	北京地铁在建工程的融资管理创新	176
10.1.1	概述	176
10.1.2	股权融资示例	176
10.1.3	多渠道低成本债务融资管理创新的实施	192
10.2	南京地铁在建工程——建设项目管理及综合造价控制示范	199
10.2.1	概述	199
10.2.2	特点	199
10.2.3	效果及示范作用	212
10.3	广州地铁运营线路——运营管理模式优化示范	213
10.3.1	概述	213
10.3.2	特点	213
10.3.3	示范工程的效果及示范作用	227
10.4	香港地铁——可持续发展典范	230
10.4.1	概述	230
10.4.2	相关各方职能	233
10.4.3	项目实施与审批流程	234
10.4.4	设计理念与技术特点	237
10.4.5	工程建设风险研究及风险规避条例	242
10.4.6	运营与维护理念	243
10.4.7	“地铁+物业”综合规划与资源开发理念	244
10.4.8	建设与运营标准	244
10.4.9	可持续发展因素分析	245
第11章	城市轨道交通的可持续发展策略	248
11.1	加强政府监管	248
11.2	推进投融资模式创新	249

11.3 实行全寿命周期综合造价控制 251

11.4 规范运营服务 252

11.5 强化安全管理 253

11.6 引导技术发展 254

11.7 完善技术创新体系 254

参考文献 256

第1章 绪论

1.1 概述

轨道交通作为特大城市公共交通的骨干及大中城市的主要公共交通方式,为改善群众出行做出了重大贡献。根据2008年国家统计局年鉴,全国城市400万人口以上13个,200~400万人口26个,100~200万人口79个,50~100万人口111个。大部分城市均不同程度地面临交通能力明显不足问题,而大力开展城市轨道交通建设是一个很好的解决方法。

城市轨道交通建设也是拉动内需的重要举措。据统计,每投资1亿元的轨道交通项目,可带动GDP增长2.63亿元,增加8000个以上的就业岗位。

城市轨道交通还是实现交通领域节能减排目标的重要手段。城市轨道交通每百公里的人均能耗是小汽车的1/20。占用土地资源方面,城市轨道交通为 0.2m^2 ,而公共电汽车、小型轿车、摩托车、自行车分别是它的4.6倍、115倍、100倍和50倍。

城市轨道交通技术的发展,不仅可有效缓解城市交通拥堵问题,而且城市轨道交通建设涉及城市规划、城市交通规划、投融资、建筑业、制造业及管理等众多领域,其发展还可以推动和带动其相关产业,甚至整个城市的经济发展。

以科学发展观为指导,紧紧围绕资源节约、环境友好、技术创新和安全便捷的理念,系统总结我国城市轨道交通发展的成功经验,推广已经取得成效的创新技术以及先进的施工工法,着力研究解决城市轨道交通建设、运营和管理中的突出问题,形成具有中国特色的城市轨道交通政策、法规和标准体系及城市轨道交通技术创新体系,不仅在技术层面上可提升我国城市轨道交通的整体技术水平,完成本行业的技术跨越,促进产业发展;而且在宏观经济方面更可引导城市布局的合理发展,创造出新的经济增长点和就业机会,提升城市竞争力,促进未来城市的可持续发展。因此,城市轨道交通的可持续发展具有重要意义。

本书从可持续发展角度出发,针对目前我国城市轨道交通建设过程中存在的主要问题,推广我国城市轨道交通近年来在建设、运营实践中创造的新技术、好的经验以指导其他在建和筹建城市的轨道交通建设,提高技术水平和社会经济效益,指导适合中国国情的城市轨道交通发展道路,实现又好又快的发展目标。本书系统地提出了我国城市轨道交通系统的可持续发展管理机制、技术政策体系和创新技术体系,并通过北京地铁的投融资模式创新、南京地铁的建设项目管理和综合造价控制、广州地铁的