

中国单轨交通发展研究报告

(2018)

中国城市轨道交通协会单轨分会



中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.

中国单轨交通发展研究报告 (2018)

中国城市轨道交通协会单轨分会 主编

中国铁道出版社有限公司

2019年·北京

图书在版编目(CIP)数据

中国单轨交通发展研究报告. 2018/中国城市轨道交通协会单轨分会主编. —北京:中国铁道出版社有限公司, 2019. 7

ISBN 978-7-113-26000-2

I. ①中… II. ①中… III. ①城市铁路-独轨铁路-交通运输发展-研究报告-中国-2018 IV. ①U239. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 129616 号

书 名:中国单轨交通发展研究报告(2018)
作 者:中国城市轨道交通协会单轨分会

策 划:徐 艳
责任编辑:张 瑜 编辑部电话:010-51873017
封面设计:郑春鹏
责任校对:苗 丹
责任印制:高春晓

出版发行:中国铁道出版社有限公司(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京柏力行彩印有限公司

版 次:2019年7月第1版 2019年7月第1次印刷

开 本:710 mm×1 000 mm 1/16 印张:14.75 插页:1 字数:268 千

书 号:ISBN 978-7-113-26000-2

定 价:80.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)
打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

《中国单轨交通发展研究报告(2018)》编委会

顾问:施仲衡 梁文灏 聂建国 杜彦良
周晓勤 宋敏华 沈晓阳 王雁平
仲建华
主任:王峙 李寿兵
王洪宇 林莉
副主任(按姓氏拼音排序):
楚永萍 杜子学
胡智勇 吉敏廷
刘玉文 屈海洋
王伟 汪毅明
徐芝霞 杨祖新
张先锋

韩阁梅
蒋红梅
唐智奋
肖静飞
曾浩

贺观荣
李小荣
田小珑
徐银光
曾鉴

《中国单轨交通发展研究报告(2018)》编写组

主编:武农
副主编:景洁 崔殿华
执行主编:刘俊
主要参编人员(按姓氏拼音排序):

曹文祥 陈灵
付昌友 付平
胡剑 胡江民
姜兴振 胡慧锋
卢懋 吕莎
牛均宽 王冠军
王力 王立潮
王永 魏志斌
徐升桥 杨进
徐锋 余浩伟
张建东 张晋恺
赵静怡 赵媛媛
周江天 周明哲

程远 邓军涛
龚华 郭锴
胡湛 贾庆东
李秀江 刘秋珍
马晓光 毛玥鸿
汪吉健 汪科成
王明 王一涵
文彬 吴宝昌
杨旭利 杨阳
于胜利 俞兆磊
钟水清 张婷
钟声 钟元木

前 言

单轨交通是城市轨道交通的重要组成部分,在我国已有成熟的应用案例,众多城市已开展了单轨交通线路规划研究。为发挥中国城市轨道交通协会的行业指导作用,促进城市轨道交通科学可持续发展,中国城市轨道交通协会委托单轨分会编制《中国单轨交通发展研究报告(2018)》。中铁工程设计咨询集团有限公司负责组织编制,重庆市轨道交通集团有限公司等21家行业单位参与编写。

《中国单轨交通发展研究报告(2018)》的编制是国内首次对中国单轨交通领域进行全面系统的总结和提炼,本报告编制工作以“倡导轨道交通发展新模式、增添城市发展新动能”为主题,紧密围绕单轨交通的显著特点,重点阐述单轨交通领域在创新研究、技术管理、产业发展等方面的现状和未来趋势,同时针对近期单轨项目涉及的热点和难点问题展开深度调研和全面分析,形成行业调研报告,以蓝皮书的形式发布。

由于本蓝皮书涵盖内容广泛,编者业务水平有限,难免存在诸多不当和疏漏之处,热诚欢迎国内外同行、专家及各位读者批评指正。

编写组

2019年3月于北京

目 录

第一篇 总 报 告

第一章 单轨交通的概述及发展历程	3
第一节 单轨交通的定义	3
第二节 单轨交通的主要技术特点	4
第三节 单轨交通的适用范围	13
第四节 单轨交通在城市轨道交通中的地位和作用	14
第五节 单轨交通的发展历程	16
第二章 中国单轨交通发展现状	53
第一节 中国单轨交通的市场情况	53
第二节 中国单轨交通的技术及产业发展情况	56
第三节 中国单轨交通标准情况	144
第四节 中国单轨交通相关政策	152
第三章 中国单轨交通发展展望	171
第一节 中国单轨交通发展前景	171
第二节 中国单轨交通产业“走出去”	175

第二篇 专题报告

第一章 重庆单轨交通工程	181
第一节 跨座式单轨的规划、设计和建设	181
第二节 重庆跨座式单轨的运营情况	183

第三节	重庆单轨工程实施的重难点	187
第四节	经营管理成效开始显现	201
第五节	重庆跨座式单轨取得成就	204
第二章	芜湖单轨交通工程	206
第一节	芜湖单轨交通概况	206
第二节	工程前期情况	206
第三节	工程建设情况	216
第三章	银川单轨交通工程	224
第一节	银川单轨的规划、设计和建设	224
第二节	银川单轨的运营情况	224
第三节	银川单轨工程实施的重难点	227
第四节	银川云轨取得成就	230

第一篇

总报告

第一章 单轨交通的概述及发展历程

第一节 单轨交通的定义

单轨交通是车辆采用橡胶轮胎,走行于梁轨合一的轨道梁上的一种轨道交通系统。其中,车辆跨骑在轨道梁上运行的,称之为跨座式单轨交通,如图 1-1-1 所示;车辆悬挂在轨道梁下运行的,称之为悬挂式单轨交通,如图 1-1-2 所示。技术上,单轨交通与普通轨道交通系统的不同主要体现在车辆转向架、轨道梁和道岔等方面。

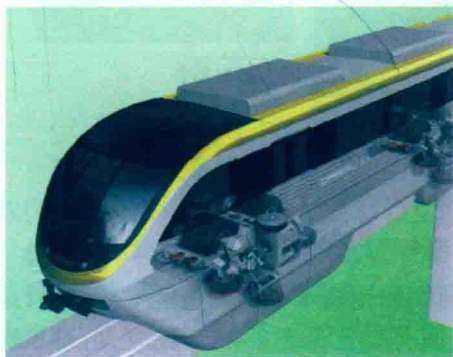


图 1-1-1 跨座式单轨



图 1-1-2 悬挂式单轨

跨座式单轨交通是车辆跨行于梁轨合一的轨道梁上行驶的轨道交通制式,一般采用高架线路,必要时辅以地面或地下敷设。车辆采用橡胶轮胎,除走行轮外,在转向架两侧尚有导向轮和稳定轮,夹行于轨道梁两侧,保证车辆沿轨道安全平稳行驶。

悬挂式单轨交通是车体悬挂于轨道梁下方行驶的轨道交通制式,一般采用高架形式敷设。车辆采用橡胶车轮,列车走行装置位于梁轨合一的轨道梁内;车辆除走行轮外,转向架的两侧有导向轮,约束于轨道梁内的两侧腹板。

第二节 单轨交通的主要技术特点

一、跨座式单轨主要技术特点

1. 跨座式单轨三大核心技术

跨座式单轨交通系统作为城市轨道交通系统中的重要组成部分,从系统构成分析,其与传统城市轨道交通系统相比较,主要有以下三大核心技术——车辆、轨道梁、道岔。

(1) 车辆

跨座式单轨车辆是骑跨于轨道梁上行驶,车辆上部为车体部分,下部为支撑车体的走行部分,如图 1-1-3 所示。

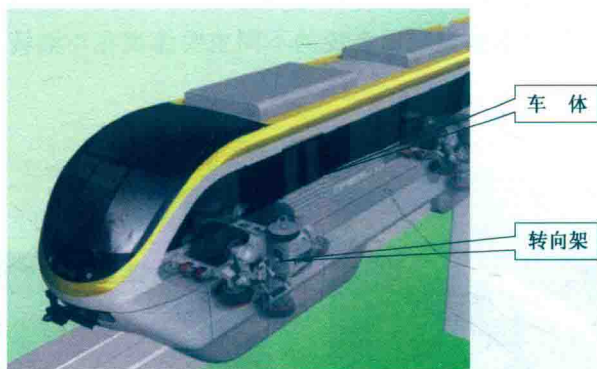


图 1-1-3 跨座式单轨车辆上下部

跨座式单轨车辆上部的车体部分与普通钢轮钢轨车辆的构造基本相同,只是根据客运量要求选定的尺寸大小有些区别,具体对比见表 1-1-1。同时,由于车辆采用充气橡胶车轮,车体轻量化要求较高,通常采用铝合金焊接结构。

表 1-1-1 跨座式单轨车辆与普通钢轮钢轨车辆尺寸对比表

类 型	跨座式单轨车辆	普通钢轮钢轨车辆
车 长	约 10~16 m	约 19~24 m
车 宽	约 2.98~3.15 m	约 2.6~3.0 m
车 高	约 4.2~5.3 m	约 3.8 m

跨座式单轨车辆下部为支撑车体的走行部分,该部分与普通钢轮钢轨车辆差异较大(图 1-1-4),其主要由构架、中央悬挂装置、基础制动装置、驱动装置(动力转向架)、集电装置、走行装置、导向装置、稳定装置等组成,其中走行轮、稳定轮及

导向轮均采用充气橡胶车轮。



图 1-1-4 跨座式单轨车辆与普通钢轮钢轨车辆转向架对比图

跨座式单轨车辆采用 PC 梁两侧刚性接触轨授电,普通钢轮钢轨车辆主要采用架空接触网授电(隧道内为刚性架空接触网供电、隧道外柔性架空接触网供电),其对比如图 1-1-5 所示。



图 1-1-5 跨座式单轨车辆与传统轨道车辆供电方式对比图

(2) 轨道梁

跨座式单轨系统的轨道梁通常采用预应力混凝土制成,常称 PC 梁,在一些特殊区间也可采用钢梁或几种材料的复合梁体。轨道梁是跨座式单轨系统中承载列车载荷与车辆运行导向的结构,同时也可作为供电、信号、通信等线缆的载体。轨道梁梁宽为 690~850 mm,梁高为 1 500~2 000 mm。普通钢轮钢轨系统轨道一般为钢轨,其与跨座式单轨系统轨道的对比如图 1-1-6 所示。



图 1-1-6 跨座式单轨系统与普通钢轮钢轨系统轨道对比图

(3) 道岔

跨座式单轨系统的转辙设备一般由可移动的钢制轨道梁和机电控制系统及梁上供电、信号设施等集成。按其结构的不同一般可分为关节型、关节可挠型、平移式、枢轴式等;按其功能的不同可分为单开、三开、五开、单渡线、双渡线、交叉渡线等型式。跨座式单轨系统与普通钢轮钢轨系统道岔对比如图 1-1-7 所示。

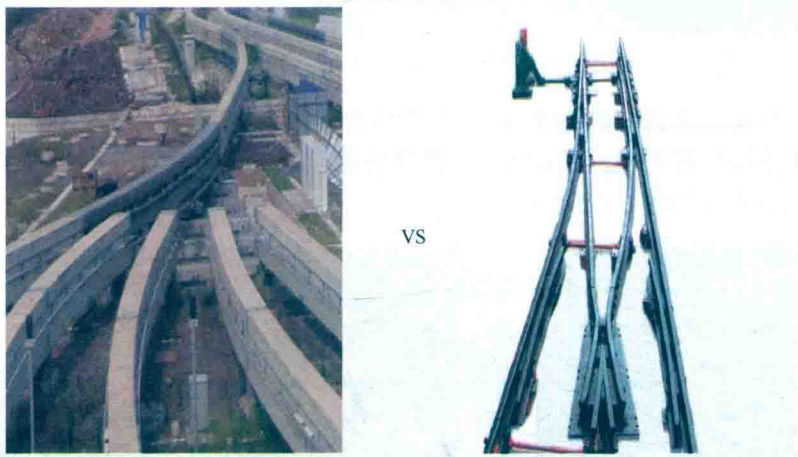


图 1-1-7 跨座式单轨系统与普通钢轮钢轨系统道岔对比图

2. 技术特点分析

结合车辆、轨道、道岔及其他相关技术条件,跨座式单轨系统具有以下技术特点:

(1) 中运量轨道交通系统

跨座式单轨车辆长约 10~15 m,宽约 3 m,其车辆定员为 100~165 人/辆,常用编组为 2~8 辆编组(表 1-1-2),适宜的单向每小时客运量为 1.0 万~3.0 万人,属于中运量轨道交通系统。同时系统冗余较高,根据重庆轨道交通 3 号线 2017 年运营统计数据,其高峰小时最大断面客流量达到 3.64 万人次/h(6、8 编组混跑)。

表 1-1-2 跨座式单轨交通线路列车编组

线 路	编 组
新加坡圣淘沙、日本冲绳单轨线	2 辆编组
阿联酋迪拜单轨、韩国大邱 3 号线	3 辆编组
美国拉斯维加斯单轨线	4 辆编组
巴西圣保罗 15 号线	7 辆编组
重庆单轨 2、3 号线	4 辆、6 辆、8 辆编组

(2) 转弯半径小、爬坡能力强,工程适应性强

一方面由于跨座式单轨车辆长度较短,车辆定距较小;另一方面由于其特殊的构架结构形式,车辆轴距小或者采用单轴形式,提高了车辆的曲线通过能力。同时,走行系统采用充气橡胶车轮及 PC 梁,其黏着系数较高,爬坡能力强。跨座式单轨系统其理论线路最小平面曲线半径可达 30 m、最大纵坡可达 100%;在实际运用中,考虑限速影响、经济性等因素,正线最小平面曲线半径为 100 m,最大纵坡为 60%,如图 1-1-8 所示。

跨座式单轨系统良好的线路适应性,使其能够适应复杂城市环境(道路狭窄、建筑物密集、环境敏感因素多),进而在选线时减少征地拆迁量、节省工程投资;同时也使其能够适应一些特殊地形地貌城市轨道交通线路。



图 1-1-8 跨座式单轨系统正线小曲线半径、大纵坡图

(3) 噪声小、振动低,环境影响小

跨座式单轨车辆走行系统采用充气橡胶车轮以及采取相关降噪及减振措施后,其运行期间的噪声与振动均能较好地满足环境要求。例如,重庆轨道交通 2 号线(跨座式单轨线路)经过秋实花园居住小区时,曾考虑减少对其环境影响,在小区外侧设置声屏障,后来小区居民反映根本就没有什么环境影响,声屏障反而遮挡视线、影响景观,要求拆除(根据《较新线(重庆轨道交通 2 号线)验收报告》即轨道交通 2 号线一期工程中轨道交通环境噪声排放监测点的监测结果:车辆运行速度约 44~48 km/h、距外轨中心线 8 m、轨面以上 1.5 m 的监测结果为 63.0 dB)。重庆轨道交通 2 号线在杨家坪站~袁家岗站区间,其以高架线的方式穿越杨家坪步行街,实现了轨道与商业的良好融合。

跨座式单轨列车运行对周边环境影响小,车站可结合站位设置进行物业开发。例如,重庆轨道交通 2 号线李子坝站位于一栋综合楼中,车站位于 7~8 层,车站下

方为商业开发用房,上方为居民楼,自开通以来,持续吸引全国民众关注,如图 1-1-9 所示。



图 1-1-9 跨座式单轨交通正线与周边建筑物合建图

(4) 高架区间简洁、体量较小,景观影响小

跨座式单轨高架线路一方面由于无需设置架空接触网,车辆采用 PC 梁刚性接触网受电;另一方面其高架区间断面小、载荷小、墩柱小、透光性好,相较其他轨道交通高架线路,其更加简洁,降低了对沿线景观的影响,如图 1-1-10 所示。



图 1-1-10 跨座式单轨系统与其他轨道系统高架区间对比图

(5) 施工简便,建设工期短

跨座式单轨系统轨道梁为预应力混凝土梁、为模块结构,大部分可工厂生产、提前预制、现场拼装(图 1-1-11)。采用机械吊装及利用夜间架设,可降低建设施工对地面交通的影响,同时可大幅缩短项目工期。一般情况下,跨座式单轨线路建设周期为 2~3 年。

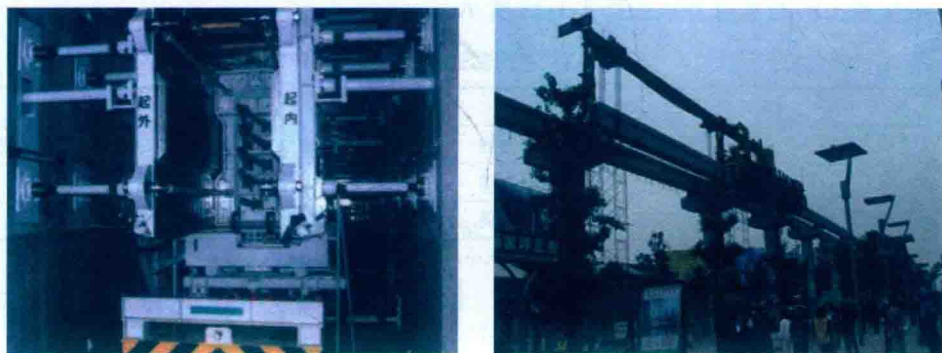


图 1-1-11 跨座式单轨系统轨道梁预制及架设图

(6) 高架区间占用土地面积少,节约用地

跨座式单轨系统由于其梁轨合一,承载效率高,荷载较小,其高架区间结构一般可直接利用城市道路中央隔离带或绿化带进行墩柱设置。跨座式单轨系统高架区间桥墩尺寸一般约为 1.5 m,高架区间断面约为 5 m;传统城市轨道高架区间桥墩尺寸一般约为 2.2 m,高架区间断面约为 10 m。两者对比如图 1-1-12 所示。



图 1-1-12 跨座式单轨系统与普通钢轮钢轨系统高架区间结构对比图

(7) 适宜高架敷设,可有效利用城市空间和降低工程造价

跨座式单轨系统由于其线路适应性强、环境影响小、景观影响小、高架区间占地少,因而适宜高架敷设,可与其他路面及地下交通各行其道,互不干扰,可以有效利用城市空间和有效控制工程投资。不同制式敷设方式对比见表 1-1-3。跨座式

单轨交通不同的敷设方式如图 1-1-13 所示。

表 1-1-3 不同制式敷设方式对比

系 统	敷 设 方 式	案 例
跨座式单轨	高架为主、地下及地面为辅	重庆轨道交通 2 号线高架线比例 92%
地铁	地下为主、高架及地面为辅	北京地铁 1 号线地下线比例 100%
有轨电车	地面为主、地下及高架为辅	大连 202 路有轨电车地面线比例 85%



图 1-1-13 跨座式单轨交通不同的敷设方式图

(8) 工程投资低

跨座式单轨系统具有线路适应性强(征地拆迁量少),高架区间结构简单、占地少,建设周期短,适宜高架敷设等特点,运用于城市轨道交通线路时平均造价为 2 亿~3 亿元/正线公里,约为地铁造价的 1/3~1/2。

综上,跨座式单轨系统是一种线路适应性强、环境影响小、适宜高架敷设、建设周期短、工程投资低的中运量城市轨道交通系统。

二、悬挂式单轨主要技术特点

1. 技术特点分析

(1) 安全可靠、运行快捷

悬挂式单轨交通车辆走行机构始终位于开口箱梁内部(图 1-1-14),不会脱轨;列车在空中全封闭运行,具有独立路权,与其他交通制式完全隔离,运行安全可靠、无干扰,可充分保障系统的运行安全。

悬挂式单轨交通最高运行速度 80 km/h,旅行速度不低于 30 km/h,可为民众提供快捷的公共交通出行服务。

(2) 低碳节能、绿色环保

悬挂式单轨交通采用电力驱动运行,整个运行过程清洁环保(图 1-1-15),系