

Chengshi Guidao
Jiaotong
Daocha Sheji
Shigong Ji Weixiu

城市轨道交通 道岔设计、施工及维修

◎于春华 / 编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

城市轨道交通道岔设计、 施工及维修

于春华 编著

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 简 介

本书是作者在多年从事轨道交通道岔专业工作中,以国铁道岔设计理论为基础,总结了我国城市轨道交通工程(钢轮钢轨体系)几十年来在道岔设计、道床施工及修理经验编写的。

本书介绍了国铁道岔以及城市轨道交通道岔的发展及现状,简述了单开道岔设计和道岔通过速度等基本概念。重点阐述城市轨道交通在道岔的选型、总图设计、特殊道岔的研发、道岔的铺设、道岔整体道床施工和道岔修理等问题,并针对热点、难点及相关议题加以探讨。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通道岔设计、施工及维修/于春华编著. —北京:中国铁道出版社,2012. 10
ISBN 978-7-113-15044-0

I. ①城… II. ①于… III. ①城市铁路—道岔 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 158410 号

书 名:城市轨道交通道岔设计、施工及维修
作 者:于春华

责任编辑:徐 艳 电话:010-51873193 电子信箱:xy810@eyou.com
封面设计:崔 欣
责任校对:孙 玫
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:航远印刷有限公司

版 次:2012年10月第1版 2012年10月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:8.25 字数:195 千

印 数:1~3000 册

书 号:ISBN 978-7-113-15044-0

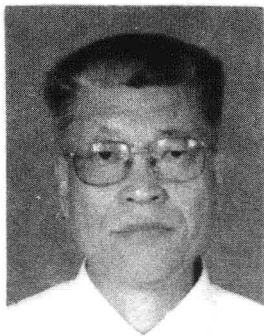
定 价:28.00 元

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联系调换。

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



作者简介

于春华,男,1941年9月17日生于天津,1964年7月毕业于唐山铁道学院(现西南交通大学)铁道工程专业。同年分配到铁道部专业设计院工作。1970年调入铁道部第三设计院(现铁道第三勘察设计院集团有限公司),2001年11月退休,时任高级工程师,退休后仍在原单位返聘。

长期从事国家铁路以及城市轨道交通轨道工程设计、工程咨询、标准设计、科研开发等工作,荣获省部级优秀标准设计奖、重大科技奖多项,发明及实用新型专利多项。

曾于2007年由沈阳出版社编辑出版《轨道论文集——铁路与城市轨道交通》一书。

序 言

我与作者于春华先生相识相知,皆缘于“坦赞铁路”。20世纪60年代中期,我国无私援助非洲的坦桑尼亚—赞比亚铁路进入设计阶段,为了充分体现中非人民友谊,该工程设计标准要求高于当时的国内现有技术水平。铁道科学院与铁路专业设计院成立联合道岔设计攻关组,我在攻关组中与于春华先生结识,我们成了战友,共同为援助“坦赞铁路”,研制新型道岔而努力。

当时,于春华先生还是一个青年,大学毕业后,被分配到铁路专业设计院工作仅仅两三年,他刻苦钻研、不耻下问、老实忠厚、善于合作的精神给我留下深刻印象。我们共同设计了我国第一组采用特种断面尖轨制造的道岔,解决了特种断面尖轨跟端加工工艺的难题。完成了研制“坦赞铁路”新型道岔的光荣任务,同时为我国道岔现代化奠定了基础。

于春华先生以毕生精力从事铁路轨道工程设计、工程咨询、标准设计、科研开发等工作,荣获铁道部级优秀标准设计奖、重大科技奖多项,发明及实用新型专利多项。先后主持或参予铁道部颁“75型”各类型道岔标准设计、我国第一组三开道岔的研制、新型轨道结构开发等科研攻关项目。

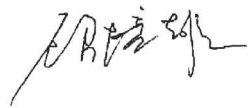
20世纪90年代后于春华先生开始以城市轨道交通轨道(含道岔)专业为重点,先后主持深圳、广州、上海、沈阳等城市轨道交通轨道系统的设计、咨询工作。

退休后,于春华先生仍战斗在城市轨道交通科研生产一线,为人谦虚谨慎、诚恳待人、对中青年工程技术人员的成长给予倾囊相助,为轨道专业培养了专门人才。

基于于春华先生的执着与勤奋,不断积累和总结历年来的工作经验和体会,于2007年由沈阳出版社出版了《轨道论文集——铁路与城市轨道交通》一书。

于春华先生在国铁道岔设计上有着雄厚基础,又积累了丰富的城市轨道交通道岔设计经验,在工作之余编写了《城市轨道交通道岔设计、施工及维修》一书,该书既有作者在道岔领域中积累的实践经验,又有作者在某一方面的理论探讨以及独特见解,内容翔实,可供需要者参考。

中国国家级专家、博士
中国铁道科学院资深研究员



2012年4月

前 言

轨道是城市轨道交通运营最重要基础设施之一,道岔是轨道设施的主要组成部分。道岔状态直接关系到城市轨道交通旅客舒适度、输送能力、运营安全等。我国城市轨道交通已有 40 多年历史,积累了一定的经验和教训,有必要对道岔诸多问题加以总结和探讨。

本书是在作者多年从事道岔专业工作中,以国铁道岔设计理论为基础,总结了我国城市轨道交通工程(钢轮钢轨体系)几十年来道岔设计、道床施工以及修理的经验编写的。

本书介绍了国铁道岔以及城市轨道交通道岔的发展及现状,简述单开道岔设计和道岔通过速度等基本概念。重点阐述城市轨道交通在道岔的选型、总图设计、特殊道岔的研发、道岔的铺设、整体道床的施工和道岔的修理等热点与难点问题。

本书的编写是在铁道第三勘察设计院集团有限公司城市轨道交通设计研究院分院各级领导的积极支持、热情鼓励及同行们的无私帮助下进行的。

本书编写时汲取了轨道所设计人员多年工程总结、科研成果、科技论文的精华,其内容无不凝聚着轨道所设计人员的汗水和心血,在此表示衷心感谢。

由于本人水平有限,本书存在观点欠妥、内容不丰、结构凌乱之处,敬请读者批评指正。

于春华
2012 年 4 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 城市轨道交通的发展趋势	1
第二节 城市轨道交通分类及特征	7
第二章 轨道通道岔发展	10
第一节 我国铁路道岔发展	10
第二节 城市轨道交通道岔概况	13
第三章 轨道通道岔概述	16
第一节 轨道通道岔功能及分类	16
第二节 道岔组成及号码	18
第三节 单开道岔主要结构	20
第四节 道岔轨道电路及转换设备	21
第五节 道岔容许通过速度	23
第四章 单开道岔设计	26
第一节 道岔设计原则及文件组成	26
第二节 转辙器设计	29
第三节 锐角辙叉及护轨设计	35
第四节 单开道岔主要尺寸及轨下基础	41
第五章 城市轨道交通道岔通过速度	52
第一节 我国道岔设计参数的选用	52
第二节 城市轨道交通道岔容许通过速度	53
第六章 城市轨道交通道岔总图设计	57
第一节 单开道岔总图设计	57
第二节 单渡线总图设计	63
第三节 交叉渡线总图设计	70
第四节 钢轨伸缩器在城市轨道交通中的应用	75
第七章 城市轨道交通特殊道岔总图设计	79
第一节 对称及三开道岔在城市轨道交通中的应用	79

第二节 对称道岔设计 84

第三节 对称三开道岔设计 86

第四节 曲线道岔总图方案研究 93

第五节 城市轨道交通有轨电车道岔 99

第八章 城市轨道交通道岔整体道床施工..... 102

第一节 道岔整体道床施工..... 102

第二节 城市轨道交通道岔施工应注意的相关问题..... 106

第三节 与既有线路接轨道岔施工方案..... 108

第九章 城市轨道交通道岔修理..... 113

第一节 城市轨道交通轨道设备修理..... 113

第二节 城市轨道交通道岔结构修理..... 116

第三节 城市轨道交通轨道维修工作管理模式..... 118

参考文献..... 121

第一章 绪 论

第一节 城市轨道交通的发展趋势

一、建设城市轨道交通的意义

随着国民经济发展,农村剩余劳动力流入城市,使得城市人口剧增。居民社会活动范围扩大,出行率更加频繁。由于大城市的聚集和辐射效应越来越强烈,外地旅游、观光、出差、就业的流动人口也随之增加,使得城市更加拥挤,城市公共交通营运量大幅度上升。

公共交通是城市经济的命脉,一个现代化的大城市,必须具备一个四通八达、畅通无阻的交通网络。目前,我国大城市的公共交通无论在数量上、质量上还是交通结构上,还不能适应城市发展的需要。

我国城市公共交通“乘车难”问题由来已久,一般大城市的客运主渠道高峰期客流量在每小时1万~3万人次之间,个别大城市每天客流量已突破千万人次。如此之大的客流量,20世纪八九十年代,大多城市还只能由汽车和无轨电车来承担。在高峰期各种机动车辆和自行车、步行人群拥挤在狭窄的道路上,人车路交织,势必造成交通阻塞,交通事故屡有发生。车辆行驶速度下降,公共汽车运营速度已由过去的25~40 km/h,下降到10 km/h左右。它不仅影响人们的正常工作和生活秩序,而且制约了城市的社会经济发展。随着市民生活的普遍提高,私家车的大量涌现,交通阻塞现象日趋严重,因此很多城市采取了增车扩路来缓解城市公共交通的需求。但这并未彻底解决问题,却又带来了有害气体和噪声对环境的严重污染。有的城市又开始采取限车举措,走回头路。

实践证明,城市交通单纯依靠公共汽车、电车以及现有路面交通,已无法承受这样大的压力,必须寻求新的解决途径。目前世界各大城市交通正朝着多层次、多结构、立体化、大容量、高速度方向发展,而城市轨道交通系统就是最合适的选择。

为此,在我国城市建设过程中深切地体会到,只有逐步形成以城市轨道交通为骨干的立体化公共交通新格局,才能从根本上改善城市交通的困境,适应大客流的需要,从而使城市轨道交通系统在城市建设中发挥先导作用。

二、城市轨道交通发展概况

世界地下铁道最早诞生于英国伦敦。1863年伦敦在市中心环路地下修建隧道,让火车在隧道内载着旅客奔跑,但是隧道内硝烟弥漫,尽管设置通风井,仍然难以承受,只能短距离运送旅客,直到1890年建成行驶电力牵引列车的地下铁道。此后,世界各大城市相继修建地铁、轻轨等城市轨道交通,满足日益发展的城市交通需求。

1969年我国第一条地铁在北京开通运营,1984年我国第二条地铁在天津开通运营。随后,我国城市轨道交通蓬勃发展,除省会级城市,一些中等城市如苏州、宁波、青岛、无锡、大连等也在修建。

(一) 截至 2009 年底发展概况

截至 2009 年 12 月,我国已有城市轨道交通运营线路 30 条、分布在 10 座城市、总里程 968 km;在建线路 65 条,分布在 16 座城市,总里程 1 599 km;线路网络规划 225 条、分布在 35 座城市、总里程 8 137 km。已经运营、正在建设及规划线路的发展概况见表 1-1~表 1-3。

表 1-1 运营线路统计表

城 市	线 路	总里程(km)
北京	1 号线、2 号线、4 号线、5 号线、10 号线一期、13 号线、八通线、奥运专线、机场线	229. 144
上海	1 号线(含北沿线)、2 号线一期、2 号线西延伸、明珠线一期(3 号线)、3 号线北延伸、4 号线、5 号线(莘闵线)、6 号线、7 号线一期、8 号线(一期)8 号线(二期)、9 号线(一期)、9 号线(二期)、11 号线(一期)、磁悬浮	357. 19
广州	1 号线、2 号线、3 号线、4 号线、5 号线	156. 5
天津	1 号线、津滨轻轨	71. 961
深圳	1 号线东段(一期)、4 号线南段(一期)	21. 45
南京	1 号线一期	21. 72
重庆	单轨 2 号线	18. 58
武汉	1 号线一期	10. 234
长春	轻轨环线一期工程、轻轨环线二期工程	31. 99
大连	大连快轨 3 号线工程	49. 08
合计	30 条	967. 899

表 1-2 在建线路统计表

城 市	线 路	在建里程(km)	在建站数	预计通车年份
北京	15 号线一期	45. 7	21	2015
	昌平线	31. 24	11	2012
	房山线	24. 79	11	2010
	7 号线	23. 9	22	2014
	14 号线	42. 2	35	2012
	6 号线一期	29. 074	19	2012
	9 号线	16. 5	13	2011
	10 号线二期	32. 49	23	2013
	大兴线	21. 8	11	2010
	8 号线二期	17. 46	12	2012
	亦庄线	23. 2	14	2010
	合计	308. 354	192	
上海	2 号线西延伸段	8. 58	3	2010
	2 号线东延伸段	29. 89	11	2010
	7 号线北延伸	9. 97	5	2010
	10 号线(正线、线)	36	31	2010

续上表

城 市	线 路	在建里程(km)	在建站数	预计通车年份
	11 号线北段	58.97	27	2012
	12 号线	39.5	32	2012
	13 号线(世博段)	5	3	2010
	13 号线一期	16.07	13	2010
	14 号线	7.8	6	
	合计	211.78	131	
广州	3 号线北延段	30.9	12	2010
	2 号线延长线	31	24	2010
	6 号线	24.3	22	2012
	8 号线延长	5.24	6	2010
	广佛线	32.2	22	2012
	6 号线二期	17.6	10	2012
	合计	141.24	96	
天津	2 号线	22.657	19	2010
	3 号线	29.655	22	2011
	9 号线	6.856	6	2010
	5 号线	32.99	29	2013
	6 号线	50.1	38	2013
	合计	142.258	114	
深圳	1 号线续建	23.37	15	2011
	2 号线首期	15.13	29	2010
	2 号线东延	20.65		2011
	3 号线首期	32.91	30	2010
	3 号线西延	8.75		2010
	4 号线二期	15.95	10	2010
	5 号线	40.00	27	2011
	合计	156.76	111	
南京	1 号线南延线	24.7	15	2010
	2 号线一期	25.15	19	2010
	2 号线东延线	12.4	7	2010
	合计	62.25	41	
重庆	地铁 1 号线	36.08	23	2011
	轨道 3 号线(一期)	20.2	18	2010
	6 号线	60	16	2012
	合计	116.28	57	
武汉	1 号线二期	18.45	15	2010
	2 号线(一期)	27.73	21	2012

续上表

城 市	线 路	在建里程(km)	在建站数	预计通车年份
	3 号线	28	23	2014
	4 号线(一期)	16.06	15	2012
	4 号线(二期)	16.9	13	2012
	合计	107.14	87	
沈阳	1 号线一期	22.241	18	2010
	1 号线一起延伸段	5.685	4	2010
	2 号线一期	21.86	19	2011
	合计	49.786	41	
成都	1 号线(一期)	18.2	17	2010
	2 号线(一期)	22.38	20	2012
	合计	40.58	37	
杭州	1 号线	52.5	33	2011
	2 号线	30.035	24	2012
	合计	82.535	57	
西安	1 号线	23.9	19	2013
	2 号线	26.714	21	2011
	2 号线(二期)	5.845	4	2013
	合计	56.459	44	
哈尔滨	1 号线	14.33	16	2010
苏州	1 号线	25.739	24	2012
	2 号线	26.386	22	2012
	合计	52.125	46	
郑州	1 号线(一期)	26.34	22	2010
无锡	1 号线	30.5	24	2014
合计	65 条	1 598.717	1 116	

表 1-3 主要城市轨道交通线网规划情况

城 市	规划期	线路条数	总里程(km)	备 注
上海	2003~2020 年	19	877	远期将达 970 km
北京	2003~2015 年	19	561	三环、四横、五纵、七放射
广州	2003~2010 年	8	237.6	投资额度 890 亿
深圳	2003~2011 年	5	156.77	投资额度 727 亿
天津	2003~2020 年	9	234.7	呈环放射结构
杭州	远期	9	425	在 2035 年左右完成
重庆	2003~2020 年	7	364	一环六线布局
南京	远期	14	433	规划年限至 2050 年
武汉	2003~2020 年	7	227	2008 年的轨道交通规划

续上表

城 市	规划期	线路条数	总里程(km)	备 注
成都	远期	7	274.5	1、2 号线均已批复
苏州	远期	4	135.3	形成“井”字形总体布局
宁波	远期	6	247.5	1、2 号线获批
哈尔滨	2003~2013 年	7	143	投资额 800 亿元,建设期为 20 年
西安	远期	6	251.8	建设期为 20 年
沈阳	2003~2020 年	7	210	两横三纵两 L
长春	远期	5	179	放射式线网
大连	2003~2020 年	6	193.1	远景年为 2030 年,规划 9 条线路
郑州	2008~2015 年	6	202.53	形成“井”字形布局
青岛	远期	8	514.9	其中包括 4 条市域线
东莞	远期	5	264.2	包括一条市郊线
昆明	2008~2016 年	6	162.6	第二批待批城市首位
无锡	远期	5	157.82	1 号线已动工
合肥	近期	3	103	远期规划长度为 364 km
南昌	近期	2	50	远期规划 5 条线路
南宁	远期	6	161	骨干网+辅助网
石家庄	远期	5	150	一环内地下,一环二环间高架。二环外至卫星城地面
乌鲁木齐	远期	5	151.2	全为轻轨线路
厦门	远期	5	181	三主、一辅、连四轴、连海湾
长沙	近期	3	69.33	远景为 4 条线路
福州	远期	7	193.83	—
贵阳	近期	2	56.67	—
济南	远期	6	262	—
太原	远期	7	282	—
兰州	近期	2	25	—
大同	—	3	—	—
合计		225	8 137	规划年限不同,仅供参考

注:数据摘自《轨道交通》2009 年 12 期(截至 2009 年 12 月)。

(二) 截至 2010 年底发展概况

截至 2010 年 12 月,我国城市轨道交通营运总里程 1 708 km、车站 1 131 个,见表 1-4。

表 1-4 2010 年中国新开通运营的城市轨道交通线路统计表

线路名称	新开通区段	开通日期	新开通运营里程(km)	新开通车站(个)	全线运营里程(km)	该城市运营里程(km)	该城市运营车站(个)
北京大兴线	公益西桥站—天宫院站	12.30	21.3	11	21.3	241.9	158
北京昌平线一期	西二旗—城南站	12.30	21.0	7	21.0	262.9	165
北京亦庄线	宋家庄—亦庄火车站	12.30	23.3	14	23.3	286.1	179

续上表

线路名称	新开通区段	开通日期	新开通运营里程(km)	新开通车站(个)	全线运营里程(km)	该城市运营里程(km)	该城市运营车站(个)
北京 15 号线一期	望京西—后沙峪	12. 30	20. 2	9	20. 2	306. 3	188
北京房山线	郭公屯—苏庄	12. 30	24. 7	11	24. 7	331. 0	199
北京合计						331. 0	199
上海 2 号线与延伸一期	(龙阳路站)—广兰路站	02. 24	6. 4	2	27. 9	323. 1	223
上海 2 号线西延伸	(松江路站)—徐泾东站	03. 16	8. 5	3	36. 5	331. 6	226
上海 11 号线支线	(嘉定新城站)—安亭站	03. 29	12. 6	3	43. 8	344. 3	229
上海 9 号线东延伸	(世纪大道站)—扬高中路站	04. 07	0. 0	1	44. 7	344. 3	230
上海 2 号线东延伸二期	(广兰路站)—浦东国际机场站	04. 08	23. 9	8	60. 3	368. 2	238
上海 10 号线	新江湾站—龙西路站—航中路站(支线)	04. 10	29. 4	27	29. 4	397. 5	265
上海 10 号线	龙西路站—虹桥火车站(主线)	11. 30	5. 9	4	35. 2	403. 4	269
上海 7 号线北延伸	(祈华路)—美兰湖	12. 28	10. 1	3	43. 9	413. 5	272
上海 13 号线	马当路站—世博大道站(世博会后暂停)	04. 20	3. 2	3	3. 2	416. 7	275
上海合计						413. 5	272
广州新 8 号线	晓港站—万胜围站	09. 22	0	0	11. 5	141. 5	83
广州新 2 号线	嘉禾望岗站—广州南站	09. 25	23. 6	17	31. 8	173. 2	108
广州 4 号线	车陂南站—黄村站	09. 25	3. 5	2	46. 7	176. 6	110
广州 3 号线	机场南站—广州东站	10. 03	30. 9	10	67. 3	207. 5	120
广州新 8 号线	凤凰新村站—晓港站	11. 03	3. 5	4	15. 0	211. 0	124
广佛线(广州段)	西朗站—魁奇路站	11. 03	6. 2	3	6. 2	217. 2	127
广州 APM 线	赤岗塔站—林和西站	11. 08	3. 8	9	3. 8	221. 0	136
广佛线(佛山段)	西朗站—魁奇路站	11. 03	14. 8	11	14. 8	235. 8	147
广州合计						221. 0	136
深圳 2 号线	赤湾站—世界之窗站	12. 28	14. 3	12	14. 3	38. 3	35
深圳 3 号线	双龙站—草埔站	12. 28	24. 9	16	24. 9	63. 2	51
深圳合计						63. 2	51
南京 1 号线(含支线)	安德门站—中国药科大学站	05. 28	23. 6	15	44. 6	44. 6	31
南京 2 号线(含东延线)	油坊桥站—马群站—经天路站	05. 28	36. 8	26	36. 8	81. 4	57
南京合计						81. 4	57

续上表

线路名称	新开通区段	开通日期	新开通运营里程(km)	新开通车站(个)	全线运营里程(km)	该城市运营里程(km)	该城市运营车站(个)
武汉1号线	东吴大道站—堤角站	07.29	18.25	16	28.85	28.85	26
成都1号线	升仙湖站—世纪城站	09.27	18.5	17	18.5	18.5	17
沈阳1号线	十三号线站—黎明广场站	10.08	27.8	22	27.8	27.8	22
2010年内地合计						1384.5	898
台北芦洲线	芦洲—忠孝新生站	11.03	10.3	11	10.3	100.8	93
2010年港台合计						324.2	233
2010年中国合计						1708.4	1131

注:数据摘自《城市轨道交通研究》杂志。

第二节 城市轨道交通分类及特征

一、城市公共交通分类

城市公共交通按照客运系统线路环境条件可分为以下四大类型:“城市道路公共交通”、“城市轨道交通”、“城市水上公共交通”和“城市其他公共交通”。

“城市道路公共交通”是指行驶在城市地区各级道路上的公共客运交通方式,如公共汽车、无轨电车和出租汽车等。

“城市轨道交通”是指采用轨道结构进行承重和导向的车辆运输系统,包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统和市域快速轨道系统等。

“城市水上公共交通”是航行在城市及周边范围水域上的公共交通方式。主要有连接被水域阻断的两岸接驳交通以及与两岸平行的航行,有固定站点码头的客运交通、旅游观光交通等,是城市地面交通的补充。

“城市其他公共交通”包括客运索道、客运缆车、客运扶梯和客运电梯等。

二、城市轨道交通特征

城市轨道交通是依据城市交通总体规划的要求,设置全封闭或者部分封闭的专用轨道线路,以列车或者单车形式,运送相当规模客流量的公共交通方式。

(一) 地铁系统

地铁在早期大量采用地下结构,可减轻地面交通的压力,使城市道路得到双倍的利用。地铁的线路构造、建筑结构、车辆设备及检修、车站布置及设施、信号系统、保安设备及综合服务系统均有较高的设计标准,因此造价较高。

由于投资大,基础工程复杂,建设周期长,限制了地铁的发展。后来修建地铁逐渐配合城市建设发展规划,将地铁推向地面和高架多种形式布局,同时设备国产化率逐步提高,建设投资由上世纪末 10 亿元人民币/km 下降到 5~6 亿元人民币/km。

地铁系统(图 1-1)采用钢轮钢轨体系,能够输送大流量客流,对于人口密集的大城市,它是一种有效的交通工具。它具有快捷、舒适、安全、正点等优越性。运送旅客能力在 4 万人次/h 左右,平均运行速度≥35 km/h,它可以根据旅客流量的大小,确定列车编组及运行间隔。供电系统采用 DC1 500 V/750 V 架空接触网或者接触轨(三轨)。

（二）轻轨系统

轻轨是在有轨电车的基础上,引进现代科学技术,发展起来的一种新型城市公共交通工具。它和地铁一样均可设于地面、地下和高架。

轻轨系统(图 1-2)采用钢轮钢轨体系,是继地铁以后出现的一种中运量的城市轨道交通系统。运送旅客能力在 1.0 万~3.0 万人次/h 以上,供电系统采用 DC750 V/1 500 V 架空接触网或者接触轨(三轨)。

轻轨系统平均运行速度为 25~35 km/h,比公共汽车快一倍以上。轻轨的建设标准较地铁低,其造价仅为地铁的 1/2~1/3 左右,由于工程造价低,建设周期短、见效快,受到城市交通建设的青睐。

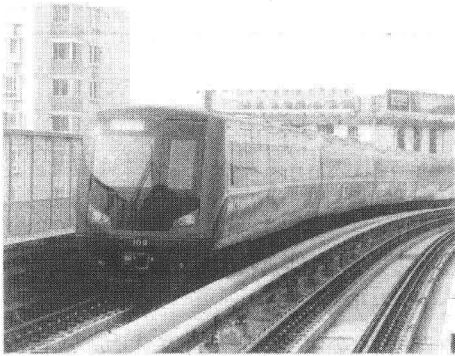


图 1-1 地铁系统



图 1-2 轻轨系统

（三）单轨系统

单轨系统(图 1-3)是一种车辆与特制轨道梁组合一体的中等运量的轨道运输方式,特制轨道梁不仅是车辆的承重结构,同时是车辆运行及导向的轨道。单轨铁路根据车辆走行方式可划分为跨座式和悬挂式两种。跨座式车体重心在轨道梁的上方,车辆在轨道梁上走行。悬挂式车体重心在轨道梁下方,转向架在轨道梁上走行,车体在轨道梁下方垂吊。

跨座式轨道梁为预应力钢筋混凝土梁,由支柱支撑,距地面约 15 m,占地面积很小,对地面干扰少,该系统结构简单、造价低廉。由于走行和导向车轮采用橡胶轮,其噪声小、舒适度高,列车编组可为 4 辆或 6 辆,运送旅客能力为 1.0 万~3.0 万人次/h,平均运行速度为 20~35 km/h。

悬挂式轨道梁为钢结构,制造工艺要求高,载客量小,列车编组仅为 2 辆,是一种小运量的轨道交通系统。

（四）有轨电车

有轨电车(图 1-4)是一种低运量的城市轨道交通,电车轨道铺设于城市道路地面上,车辆与其他交通工具混行。运送旅客能力在 0.6 万~1.0 万人次/h,平均运行速度为 10~25 km/h。

（五）磁浮系统

磁浮系统(图 1-5)利用电导磁力悬浮技术使列车上浮,因此,不需要车轮、车轴、齿轮转动和架空接触网供电,列车运行方式为悬浮状态。

城市轨道交通一般采用中低速磁浮系统,运送旅客能力为 1.5 万~3.0 万人次/h,最高运行速度为 100 km/h。



图 1-3 单轨系统



图 1-4 有轨电车



图 1-5 磁浮系统

(六) 自动导向轨道系统

自动导向轨道系统(图 1-6)是一种车辆采用橡胶轮胎在专用轨道上运行的中运量的城市轨道交通系统。运送旅客能力为 1.5 万~3.0 万人次/h,平均运行速度 ≥ 25 km/h。

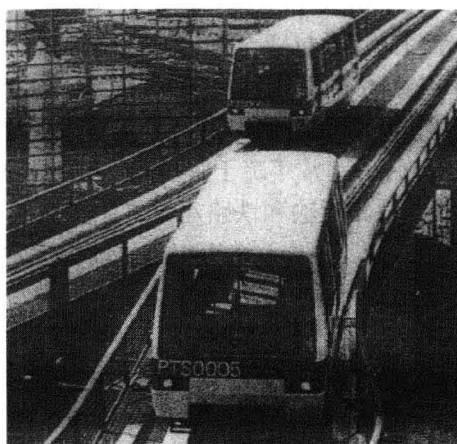


图 1-6 自动导向轨道系统

(七) 市域快速轨道系统

市域快速轨道系统是一种大运量的轨道运输系统,采用钢轮钢轨体系。运送旅客能力可达 20 万~45 万人次/h,最高运行速度为 120 km/h,个别路段可达 140 km/h。