

“七五”国家重点科技攻关项目成果

城市轻轨交通工程设计指南

主编 何宗华
编委 何宗华 范立础 丁复华
许斯河 赵汝康 杨家齐
沈景炎 周锡元

中国建筑工业出版社

“七五”国家重点科技攻关项目成果

城市轻轨交通工程设计指南

主编 何宗华
编委 何宗华 范立础 丁复华
许斯河 赵汝康 杨家齐
沈景炎 周锡元

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

《城市轻轨交通工程设计指南》是“七五”国家重点科技攻关项目“城市轻轨客运交通系统成套技术”专题中的一项综合技术软件成果。

本指南主要内容包括：轻轨交通建设前期工作，轻轨交通综合技术标准，线路工程，轨道结构，高架结构工程，浅埋隧道与地下车站，车站建筑，供电系统，通信与信号，车辆及设备综合维修基地，系统防灾及噪声防治等。

本指南适用于各城市修建轨道交通的部门做前期工作时查阅，是有关科研、设计、大专院校、生产厂家以及其他部门在参与城市轻轨交通设计工作时的主要参考资料。

责任编辑：蔡华民

“七五”国家重点科技攻关项目成果
城市轻轨交通工程设计指南

主编 何宗华

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄），
新华书店经销
北京人民文学印刷厂印刷

开本：787×1092毫米1/16 印张：20³/₄ 字数：503千字

1993年10月第一版 1993年10月第一次印刷

印数：1—3,700册 定价：19.30元

ISBN7-112-02080-8/TU·1584

(7100)

序

近年来由于改革开放经济政策的贯彻执行，国民经济得到了蓬勃发展，城市建设也在不断改善和扩大规模，目前人口在百万以上的特大城市就有31座之多。由于城市经济区域布局的变化以及大城市的聚集和辐射效应越来越强烈，城市流动人口大为增加，居民出行率更为频繁，城市客运交通的需求矛盾也就越来越突出。

为了改善我国城市公共交通普遍存在的这一矛盾，就必须采用大运量轨道交通客运方式，把常规的公共汽、电车方式进行适当调整，在城市中形成以快速轨道交通为骨干的新型公共交通网络结构，使城市交通在经济建设中发挥有效的先导作用。

但是，修建轨道交通系统的建设资金很高，尤其是大客运量的地下铁道工程，由于造价昂贵，目前我国仅有少数特大城市勉强筹建，一般大城市都难于考虑。发展和推行经济而实用的中运量轻轨交通客运方式就显得非常必要和适当。

我国至今还未建成一条现代化的轻轨交通系统，有关技术标准和各类专业设计规范还来不及统一制定。为使我国城市在建设轻轨交通起步阶段，不致出现五花八门的标准和制式，造成技术装备、生产能力的分散和混乱，国家在“七五”期间设立了“城市轻轨交通系统成套技术”的研究课题，完成了《城市轻轨交通工程设计指南》的编写任务，为建立我国现代化轻轨交通体系和制定技术标准打下了基础，也为建设项目决策和技术路线的选择提供了主要参考依据，使我国现代化轻轨交通的建设走向健康发展的道路。

在国民经济不断增长的新形势下，我国城市的交通车辆还将不断增多，如果公共交通服务方式和条件仍然处于目前水平，则庞大的自行车队伍非但不能减少，还将进一步膨胀，使本来就已非常困难的城市交通更为困难。而轻轨交通的崛起，将以其造价较低，机动有效，在城市传统格局的基础上，使公共交通的发展获得新的生命力，从而改善城市环境和疏解市区的交通困境。

发展我国城市的轻轨交通系统是势在必行的，制定符合我国国情的、先进而切实可行的轻轨交通技术标准要尽快实现，为即将出现的城市轻轨交通建设，提供可靠的依据与保障。

建设部副部长

周干峙

目 录

第一章 概论	1
第一节 城市公共交通系统	1
第二节 轻轨交通的发展	2
第三节 轻轨交通系统的组成	4
第二章 轻轨交通建设前期工作	10
第一节 建设前期工作范围	10
第二节 可行性研究的内容与方法	11
第三节 可行性研究报告的编制办法	15
第四节 工程设计文件编制程序要点	20
第五节 轻轨交通客流量预测	21
第六节 行车组织与运营管理	31
第七节 轻轨交通经济效益评价	34
第三章 轻轨交通综合技术标准	37
第一节 总则	37
第二节 车辆通用技术条件	37
第三节 限界	39
第四节 主要工程技术标准	50
第四章 线路工程	62
第一节 选线	62
第二节 轻轨线路	64
第三节 线路平面	67
第四节 线路纵断面	70
第五章 轨道结构	73
第一节 概述	73
第二节 轨道结构	74
第三节 土质路基的轨道结构	78
第四节 隧道内的轨道结构	85
第五节 高架桥上的轨道结构	90
第六节 高架桥上无碴轨道工程	91
第七节 道岔	96
第六章 高架结构工程	100
第一节 概述	100
第二节 高架槽形梁结构	104
第三节 高架脊梁式结构	112
第四节 超低高度板式结构	138
第五节 轻轨高架桥的墩台型式	143

第七章 浅埋隧道与地下车站	146
第一节 基本原则	146
第二节 设计所需技术资料的调查与收集	146
第三节 地下车站建筑设计	148
第四节 工程结构与防水	150
第八章 车站建筑	161
第一节 概述	161
第二节 设计准备工作	162
第三节 车站总体设计	163
第四节 车站建筑设计	168
第五节 建筑造型及结构形式	176
第九章 供电系统	179
第一节 概述	179
第二节 牵引供电计算	181
第三节 直流牵引变电所	190
第四节 接触网	206
第五节 动力照明供电系统	221
第十章 通信与信号	225
第一节 通信	225
第二节 信号	241
第十一章 车辆及设备综合维修基地	260
第一节 基本原则	260
第二节 设计有关资料要求	261
第三节 综合维修基地的任务和总平面布置	263
第四节 车辆检修设备和运用设备	266
第五节 工务机电维修所	277
第六节 综合维修基地的组织机构	273
第十二章 系统防灾及噪声防治	279
第一节 防灾的原则	279
第二节 抗震防灾对策	280
第三节 防火对策	286
第四节 防洪对策	288
第五节 防风对策	290
第六节 防灾应急对策	291
第七节 轻轨噪声防治原则	292
第八节 声屏障设计	295
附录 脊梁悬臂板计算示例及计算用图表	310
主要参考文献	325

第一章 概 论

第一节 城市公共交通系统

一、城市公共交通的组成与作用

城市是人口居住集中和流动频繁的地方，航空、铁路、水路和公路客运交通的终端及枢纽绝大部分是在城市。而城市的对外交通和市区内的客运交通网，基本上是靠城市公共交通体系来实现的。城市公共交通（包括城市中供公众乘用的各种交通工具，如：公共汽车、电车、轮渡、地铁、轻轨、出租汽车以及缆车、索道等客运交通工具及相关的配套设施）是任何其他交通方式所不能代替的。所以，城市公共交通体系是大交通客运网络的枢纽和节点，是国家综合交通运输的有机组成部分。

城市客运交通包括公共交通和非公共交通两大部分。非公共交通包括自行车、私人摩托车、私人汽车、社会团体汽车、公务车和其他私人交通工具，它只能作为城市客运方式的一种辅助手段。而公共交通则是促进城市经济发展，保证人民群众工作与生活正常化所必须的主要客运方式，也是城市基础设施的重要组成部分。现代城市公共交通的主要任务是为城市居民出行提供高效、优质的客运服务，随着城市经济的蓬勃发展，流动人口的不断增多，群众对公共交通服务质量的要求也越来越高，这也是我国城市所面临的重要问题。

二、公共交通的发展

自从1829年英国伦敦出现第一辆马拉式“公共车辆”起，公共交通的发展至今已有160多年的历史，它同样经历了发展、兴旺、衰退和目前的复兴阶段。欧美一些经济发达国家，在发展城市客运交通方面也走过一段弯路，曾一度追求发展小汽车交通，而忽视了公共交通的发展。

20世纪60年代中期由于汽车数量的迅速增加，城市汽车密度的不断增加反而限制了汽车的速度。同时由于汽车的增加还带来了交通安全和环境污染等问题，开始暴露了汽车的弱点。此时，世界上很多国家开始制订城市交通安全措施和限制排气中含有害气体的标准，对汽车构成了种种限制。此外，1971年中东战争以后，石油价格大幅度上涨，资本主义世界开始出现了能源危机，问题十分突出。但是在这一时期世界上的经济发展是很快的，城市的繁荣，城市人口的猛烈增长和城市区域的不断扩大，城市交通的客运量急剧上升，人们又碰到了交通困难的大问题。

现在，许多经济发达国家又重新在研究和策划新型的公共交通发展计划。

在我国，城市居民的出行方式，除了以公共交通为主外，还有大量的自行车，而我国城市道路的建设大多数受资金限制而发展缓慢，但目前我国城市自行车总数已超过一亿

辆,一些特大城市自行车保有量都有几百万辆。据调查分析,一辆公共汽车的载客量就相当于上百辆自行车的载客量,而12辆自行车在道路上的运行空间就占去相当于一辆公共汽车的占道面积,大量自行车造成的交通阻塞、车速降低,事故增多等状况,使城市公共交通乃至整个城市交通始终处在困难之中。

我国城市的公共交通方式,绝大多数还是采用公共汽车和无轨电车来运载乘客,其客运能力较弱,一条线路的最大客运量仅有6千人次/h左右,这已很难适应现代城市经济建设高速发展的步伐,一些城市就开始考虑快速轨道交通方式来承担更大运量的客运任务,如北京市在70年代就已修建地下铁道,其他特大城市经过多年的筹备,近年来也开始在修建地下铁道,但是地下铁道造价昂贵,很多城市的经济实力还难于承受,这就促使运量适中、造价低廉的轻轨交通方式得到迅速发展,我国城市的经济实力一般都不很雄厚,修建轻轨交通是非常适当的。也就是说我国城市公共交通的发展前景,都将以快速轨道交通作为公共交通的骨干,配合常规公共交通方式和其他辅助交通手段,形成一个促进城市发展良性循环的现代化公共交通网络格局。

第二节 轻轨交通的发展

一、国外的轻轨交通

轻轨交通是城市公共交通客运方式的一种,它是在有轨电车的基础上发展起来的现代化技术水平很高的客运系统。

有轨电车是19世纪下半叶在马拉轨道车的基础上发展起来的一种城市交通工具。

1879年柏林工业展览会展出了世界上第一辆以输电线供电的电动车。1884年美国人G·J·范德波尔在多伦多农业展览会上试用电车运载乘客。他试用的电车用一根带触轮的集电杆和一条架空触线输电并以钢轨为另一回路的供电方法。1886年美国阿尔拉巴马州的蒙哥马利市开始出现有轨电车系统,而世界上第一个真正投入运用有轨电车系统的是弗克尼亚州的里兹门德有轨电车系统。

此后有轨电车系统发展很快,在本世纪20年代,美国的有轨电车线总长达25000km。到了30年代,欧洲、日本、印度和我国的有轨电车有了很大发展,如上海、北京、沈阳、大连等城市都相继出现了有轨电车。但旧式有轨电车行驶在城市道路中间,运行速度很慢,正点率低,而且噪声大,加速性能低,乘客舒适度差,但在当时仍然是公共交通的骨干。随着汽车的迅速发展,西方国家私人小汽车数量急剧增长,大量的汽车拥上街头。于是各城市纷纷拆除有轨电车,尤其是美国,在1912年时已有370个城市建有有轨电车,到1970年受拆除风的影响只剩下了8个城市还保留着有轨电车线路,不少国家都受到这阵下马风的波及。

但汽车数量的过度增加,使城市交通又出现了新问题,造成交通堵塞,行车速度下降,空气污染和噪声严重,在闹市区甚至连停车也很难找到适当地方。到60年代初,西方一些人口密集的大城市,除考虑修建地下铁道外,又重新把注意力转移到地面轨道交通方式上来。

早在60年代初,欧洲一些经济发达国家,为满足城市公共交通客运量日益增长的需求,就着手在改造旧式有轨电车的基础上,利用现代技术,改造和发展有轨电车系统,提

高其技术水平和服务质量，因而出现了所谓的轻轨系统。

目前，世界拥有城市轨道交通系统的320个城市中，拥有地铁的城市占5%，拥有地铁和轻轨的城市占11%，拥有轻轨和有轨电车的占84%，在轻轨交通中，前苏联占2/5，东、西欧各占1/5，其余分布在美、日、澳、加等国。值得注意的是，第三世界各国也认识到这一新交通工具的意义，非洲第一届城市公交会议明确指出，在非洲城市中要用轻轨交通来取代拥挤不堪的公共汽车。扎伊尔、突尼斯、泰国、菲律宾、新加坡、香港等国家和地区的城市已建成或在建、筹建轻轨交通系统。说明轻轨系统在一些国家的城市中正发挥着重要的作用，并在不断改进和完善。

随着各城市轻轨交通的发展，其在城市客运中的地位也逐步提高。目前，大约占所在城市客运交通总乘次的30%~60%，改善了这些城市公共交通出行的条件，对于缓解城市化进程中的交通问题起到巨大作用。

到80年代，国际上一些大城市已相继建成了现代化技术很高的轻轨交通系统，如美国的萨克拉门托市，市区人口约92万，1987年3月建成一条穿越市中心的轻轨交通线路，全长29.4km，共有27座车站，轨距为1435mm，采用直流电750V电压制，架空触线网供电。运行间隔1.5min，采用六轴单铰接车辆32辆，并按单一票制进行管理，建成后至1987年9月已运送乘客达百万人次。

又如法国的南特市，城市人口约45万，1984年建成一条自东向西穿过市区的轻轨交通线路，也是法国首次建成的第一条现代化轻轨交通系统。线路全长10.6km，共设22个车站，轨距也为1435mm，采用直流电750V架空线网供电，选用车型为六轴单铰接车，共28辆，高峰时两辆车联挂运行，行车间隔3min，平均旅行速度可达24km/h，目前年客运量已接近2千万人次，1987年开始又在修建第二条南北线路，全长约11km。

又如香港地区为了配合新界西部的经济发展，修建了屯门至元朗的轻轨交通线路，于1988年9月正式投入运营，线路全长为23km，共设41个车站，轨距为1435mm，采用直流电750V架空线网供电，选用车型为四轴单节车，可两辆联挂，共有70辆，行车间隔5min，平均旅行速度可达25km/h。经营管理采用区段票制，所有车站设有自动售票机，每列车设2名巡回查票员。

又如菲律宾的马尼拉市，城市总人口有800万，1985年5月建成了一条规模较大的现代化轻轨交通系统，线路全长15km，为全高架式轨线，共设18个高架车站，轨距为1435mm，采用直流电750V架空线网供电，选用车型为八轴双铰接式车辆，共64辆。高峰时行车间隔2.5min，平时3~5min，并设有信号系统和列车自动防护装置。平均旅行速度为39km/h，管理采用单一票价制，全部车站出入口设自动开闭门，并配有检查员管理。

加拿大温哥华市，市区人口约120万，于1986年建成了世界上第一条全自动化用线性电机牵引的轻轨交通系统，该线路全长22.5km，其中有13km长为高架结构系统，共设车站16座，轨距亦为1435mm，采用直流电600V侧轨供电方式，车辆总数为114辆，行车间隔3~5min，信号系统由计算机集中控制，全部列车以无人驾驶全自动控制方式运行。这是当今世界上投入商业运营的技术最先进的轻轨交通系统。

二、国内轻轨交通发展概况

我国城市公共交通“乘车难”问题由来已久，至今尚未妥善解决。近年来随着改革开

放政策的贯彻执行，国民经济得到了蓬勃发展，城市建设规模也不断在扩大，目前人口在50万以上的大城市已发展到58座之多。由于大规模的经济建设活动主要发生在城市及其周围地区，城市结构及其经济布局的变化，促使城市流动人口大为增加，居民出行更为频繁，个别特大城市每天的客运量已突破1000万人次，而一般大城市，在客运主流通道上，高峰期需要运送旅客1~3万人次运输量的现象已不鲜见。有的城市甚至出现多条并存的局面，如此巨大的客运任务，绝大多数城市还只能用汽车和无轨电车来承担，以致在客运高峰期间，车上乘客密度高达每平方米挤站10~12人，即使如此拥挤，站台上还有很多人一时上不了车，使城市公共交通的供需矛盾几乎普遍处在恶性循环之中。现代城市交通的发展，对机动车辆的行动空间（车行道的宽度和数量）和静止空间（停车场所）的要求越来越高，何况我国还有大量自行车需要考虑，但城市道路基础设施的建设却远远跟不上交通发展的步伐。目前我国城市人均占有道路面积仅有 2.8m^2 ，而特大城市则只有 2m^2 。各种车辆和人群，混行在如此狭窄的道路上，势必造成阻塞现象严重，交通事故增多，车辆行驶速度下降，尤为明显的是公共车辆运营速度已由过去的每小时 $25\sim 40\text{km}$ ，下降到 $10\sim 13\text{km}$ ，这种状况，严重影响着城市居民的生活节奏和经济的发展活力。很显然，城市公共交通的困扰问题必须从客运方式的根本问题上加以调整，才能适应经济发展客观规律的要求，在城市中的公共交通客运方式不外乎三种，一是大客运量的地下铁道，二是中等客运量的轻轨交通，三是低客运量的公共汽电车。对我国人口众多的特点来说，一般大城市选用中等运量的轻轨交通方式是经济适用的。但是，我国城市轻轨交通的发展是较为缓慢的，到目前为止，国内还没有建成现代化轻轨交通工程项目的先例。由于城市经济的发展和急速增长的客流势态，国内一些城市都纷纷在考虑建设现代化的轻轨交通，以解决日益困扰的公共交通问题。作为“轻轨交通成套技术”研究的试验线路依托工程——大连市轻轨一期工程，已基本完成了扩大初步设计任务。

长春、广州、天津、上海、深圳、哈尔滨等城市已完成了建设轻轨交通的预可行性研究，重庆、沈阳、南京等城市正在进行工程可行性研究，鞍山、兰州、武汉、杭州、昆明等城市已都在着手做建设前期工作。由此可见，我国已约有十五座城市在认真考虑建设轻轨交通的方案，预计在“八·五”计划期间，各地主要将作好充分的技术储备，“九·五”期间有条件的城市逐步进入施工阶段，到“十·五”期间可能迎来普遍推广应用的局面，在我国城市发展轻轨交通的前景是广阔的。

第三节 轻轨交通系统的组成

一、轻轨交通的特征

所谓轻轨交通，是指利用轨道作为车辆导向的运输方式，并以客运交通为主。1978年3月在布鲁塞尔召开的第一次国际轻轨交通委员会上，对轻轨交通的名称，取得了统一的命名，称为 Light Rail Transit 即：轻轨交通，简称“轻轨”（英文缩写 LRT）。国际公共交通联合会（UITP）曾为轻轨下了定义，认为轻轨交通车辆施加在轨道上的荷载重量，相对于火车和地铁的荷载来说比较轻，因而称之为轻轨。

现代化的轻轨交通，是一种集多专业先进技术于一身的系统工程，在信号自动控制和

集中调度配合下，将能快速而安全地完成中等客运量的旅客运输任务。

通常，在城市公交客运方式中，公共汽电车的客运能力最小，其单方向高峰小时的最大客运量约4~8千人次；而客运能力最大的则是地下铁道，其单向高峰小时客运量可达3~6万人次，甚至更高；在这两者之间即8千~3万人次的范围，属于中等客运量，将由轻轨交通方式来承担。轻轨交通的客运能力虽然只占地铁运能的1/3~1/2，但这种中等运量的“客运走廊”，正是我国大中城市普遍存在的现状。

据国外经验介绍，轻轨交通的建设投资要比地铁少得多，通常轻轨每公里造价指标约占地铁的1/3~1/5。考虑中国国情的轻轨交通成套技术研究初步资料表明，其指标约占我国地铁现实造价的1/6~1/8。这将大大改善轻轨建设的投资条件，使经济承受能力有限的我国城市，筹建轻轨交通更具有现实性。

轻轨交通系统的主要特点如下：

1. 轻轨是指以钢轮和钢轨为走行系统的交通方式，其车辆的牵引动力为电力，可以是直流电、交流电或线性电机传动等。

2. 轻轨是中运量的公共交通形式，客运能力为10000~30000人/h，它介于地铁（30000~60000人次/h）和公共汽车（4000~8000人/h）之间，为城市公共交通系统中量客运技术填补了空白。

3. 轻轨的线路可以为地面、地下和高架，与地面道路可以部分混行，也可以完全隔离。铺设在地面上的轨道，根据街道条件，有三种情况：一是混合车道，多见于原有轨电车行道，与路面齐平，允许其他车辆混行。二是半封闭式的专用车道，其他车辆不得进入，仅在道路交叉处设置道口，并利用信号控制技术，保证轻轨车优先通行。三是全封闭专用车道，在通过交叉路口处，采用立体交叉形式，保证车辆以较高的速度运行。在新建轻轨工程中，主要是采用后两种的专用道。

4. 轻轨车辆较新颖，有单节四轴车，双节单铰六轴车和三节双铰八轴车。采用铰接使车辆节间贯通，既有利乘客均匀分布，也增加了载容量。

每组车可以单行，也可联挂编列，并能通过小半径曲线（ $R = 25\text{m}$ ）和大坡度（6%~7%）地段，适应能力强。

5. 一般车站设施比较简单，在地面车站上主要建筑就是装有风雨棚的站台。站台高度与车厢地板面相当，有利于乘客上下，减少停站时间。

6. 加强消音和减震措施。首先在车辆上采用了“弹性车轮”，在吸收冲击中起了主要作用。轮对上有“旋转圆盘”，可以吸收车辆通过曲线的噪声。在轮对和转向架框架之间，有“橡胶弹簧”装置，吸收三个方向以上的自由振动。在轨道上，除了采用无缝线路外，还考虑弹性层，减少噪声和振动传递，同时轨道两侧设置了吸音挡板。所以轻轨线在环境控制方面要求较高。国外对轻轨车的噪声测定是：车内噪声范围在67~70dB，在车速50km/h，从外部7.5m距离外测得噪声在76~80dB范围之内，小于公共汽车的噪声。

7. 电压制式以直流750V，架空线供电为主，但旧式有轨电车常采用直流600V供电。

8. 大部分轻轨系统可以在没有信号装置的情况下安全行驶。但是在道口、曲线地段和隧道内或了望距离受到限制的地段，还是要设置信号，以保证行车安全。如果运行速度高、密度大，就应当设置自动闭塞信号系统。

二、轻轨交通的基本模式

我国人口众多，经济还不很发达，在现有技术经济条件下，选择轻轨交通作为城市公共交通组成方式的发展目标是极为适当的，虽然轻轨交通是一项先进而复杂的系统工程，经研究证明，我国现有的技术基础装备条件和科技能力，是完全能以自力更生原则来开拓和实现这项新兴工业技术的。

为使这项事业在起步阶段得以顺利发展，除了在技术上逐步形成一系列标准外，还必须结合我国的技术基础条件和具体国情，建立我国现代化轻轨交通的基本模式，以指导和发展的轻轨交通建设。

现将我国轻轨交通基本模式的初步意见提出如下：

1. 客运量适应范围

轻轨交通是介于公共汽车和地铁之间的中运量级交通方式，因此适应范围宜为单向高峰小时最大的客运量1.0~3.0万人次。

2. 车辆

经过对世界各国轻轨车的调查研究，结合我国城市客流现状的具体情况，为解决中运量客流、适合各大城市不同运量的运输需要，轻轨交通车辆基本上分为四轴车、六轴单铰接式车和八轴双铰接式车三种。每种车还可分为双司机室车、单司机室车和无司机室车，均为动车。可单节运行，也能编为列车运行。根据上述车辆分析，我国目前已选择两端设司机室，六轴单铰接直流电动车辆为基本车型，最多连挂可达4辆车一列。

由于轻轨车辆运行线路大部分在地面和高架线上，所以车辆应考虑减振减噪措施，采用弹性车轮和在轮对与转向架框间设橡胶弹簧装置，都是十分必要的。

3. 线路

轻轨线路有地面线、高架线和地下线，但地下线仅在不得已时采用。以浅埋区间段为宜，尽量不设地下站。

地面线路则应采用专用道形式，以保证列车有较大的运能和速度。

混合道形式不宜采用，只有对有轨电车改造时，运行车密度较稀、车速较慢的地段，允许暂时保留。

轻轨线路主要沿街道定线，时而转弯，时而高架或入地，因此要求曲线半径小、坡度大。考虑我国城市特点和车辆技术条件，在正线运行速度小于40km/h条件下，允许采用最小半径100m。从钢轨磨损情况看，在有条件地段、曲线半径宜适当加大。最大坡度为60‰。车场内最小曲线半径可设25~30m。

为了保证曲线线路运行平顺，应设置缓和曲线和曲线间的夹直线。

4. 轻道

轨道所用钢轨以国内铁路通用标准型号为主，由于其产品定型配套，技术成熟，便于养护维修，配上针对轻轨特点研制的新型弹性扣件，还能对防震和抗电腐蚀起到有效作用。因此，轻轨交通的轨道结构，应以采用明轨为主。在高架桥上以及隧道内以采用整体道床结构为宜。

正线钢轨采用50kg/m，除小半径曲线地段外，均可铺无缝线路，以提高行车质量，减少轨缝产生的噪声。在高架桥上，还应采取减振减噪措施，降低噪声。

5. 车站

车站分为地面、高架和地下三种形式，是根据线路位置、地形条件、行车组织要求和乘降客流量来决定车站的形式和规模的。

车站规模应根据该站远期预测客流量计算确定，以满足乘降和疏散的要求。

车站建筑形式应与城市景观和地面建筑相协调，并符合防火要求。

车站布置应保证乘客使用方便、安全、畅通，便于运营管理。

车站主要建筑是站台，其长度应按列车长度和停车误差 $\pm 2\text{m}$ 而定，一般站台长度应不小于远期设计列车长度加 4m 。

站台宽度应按该车站远期高峰小时旅客乘降量计算确定，但为考虑全线站台尺寸的一致性，可按客流大小将站台宽分为三个等级：

一等车站 站台宽 4.0m 。

二等车站 站台宽 3.0m 。

三等车站 站台宽 2.5m 。

6. 供电系统

轻轨交通系统牵引用电，应属国家一类负荷，由双路电源供电。电源由城市供电网供应。每个变电所优先采用AC 10KV 分散供电方式，当不能实现分散供电方式时，可采用集中供电方式，或采用集中与分散相结合的方式。

新建轻轨交通电压制应按国际标准DC 750V 电压级选用，并采用架空线接触网的馈电方式。至于DC 600V 的电压制，是旧式有轨电车线路的使用标准，在其尚未改造成轻轨交通之前的过渡时期内，可保留使用。

7. 通信信号系统

通信信号起着保证行车安全与提高运输效率的作用，在轻轨交通设计中占据着极为重要的地位。

考虑到我国轻轨初建，将以国外轻轨通信信号系统为参考，结合国情，提出我国轻轨通信信号系统设计时应遵循的原则以及建议方案。

设计轻轨通信信号系统，应遵循下列原则：

(1) 系统必须具有确保行车安全，提高运营效率，为乘客提供安全、可靠和舒适的服务能力；

(2) 系统必须密切结合轻轨实际，采用成熟、有效、较为先进的技术，既能反映轻轨特色，又能体现最新水平；

(3) 系统必须符合功能综合、设备一体化的设计原则，具有系统简单、功能齐备、造价低廉等特点；

(4) 系统必须符合技术发展趋势，并留有设计余量，能适应远期发展需要。

8. 车辆检修与停放基地

车辆检修和停放以及行车指挥系统的基础设施尽可能建立在同一处基地上，这是保证轻轨系统正常运营的重要技术支撑手段，新建轻轨交通项目必须同时安排基地建设，由于基地占地面积较多，场址又不能远离轻轨正线，因此在前期工作中，必须与城市规划部门密切配合，制定基地位置及用地方案。

由于车辆检修体系未列研究课题，只能按轻轨客观规律，提出基地建设要求的一般原

则如下:

(1) 车场是车辆检修和停放的基地,其承担车辆厂修和机电设备大修;车辆停放、列检和日常计划修理(月修、定修、架修)及非计划修理任务;还有运行中车辆在折返线的列检任务;

(2) 轻轨线路长度大于20km时,可增设停车场,仅承担列车停放、列检和月修任务;

(3) 轻轨路网线超过50km,可单独设车辆厂修和设备大修的修理厂;

(4) 基地内可考虑同时设置管理系统的行政办公用房及生活设施以及应设有行调值班室、信号楼、乘务室及乘务员公寓,还设有列检值班室、检修间和备品库等。

9. 环境噪声防护

在建设和发展轻轨交通中,普遍令人担心的是高架线上的噪声。它关系着轻轨发展的前途。噪声超标,破坏了环境,影响人民正常生活,因而就会受到反对。若环境要求过高,则影响工程的造价和结构体型,甚至影响城市景观。

根据我国《城市区域环境噪声标准》规定,在交通干道两侧昼间为70dB(A),夜间为55dB(A),还规定居民区,文教区昼间为45dB(A)夜间为35dB(A),详见《城市区域环境噪声标准》。根据轻轨运行时间,原则都可认为是昼间。线路通过地段多为“交通干道”,但也有局部地段在居民区、文教区、工厂区等。目前生产的车辆车外噪声为82dB(A)、自然衰减至70dB(A)则需30m以外。也就是轻轨交通线路通行的交通干道两侧建筑应在30m以外,即建筑红线宽度达60m,这在许多城市中是少有的,为此必须采取防噪措施。同样在轻轨线穿越地区,城市规划也应尽量避免设置安静的居民区和文教区。

10. 运营管理

轻轨交通运行方式与常规公共交通方式不同。在管理方面重要的问题是售检票方式,是车上售票,还是车站售票。由于轻轨车辆列车化、车辆多、车门多,站间运行时间短,实行车上售票问题多,必定会增加售票员而减少载客量。在我国乘客拥挤情况下,很难实施车上售票,因此采用车站售票方式比较合理,同时让售票员能在车站定点工作,劳动条件比较好。

上述十个方面,初步表明了结合我国城市实际情况,形成现代化轻轨交通系统基本模式的主要原则,随着轻轨技术问题的不断研究和轻轨建设项目的发展,将进一步充实和完善具有中国特色的轻轨交通系统模式。

三、轻轨交通的主要技术指标

按照上节所述的基本模式设计和修建的轻轨交通系统,应达到以下主要技术经济指标。

1. 单向高峰小时最大客运量10000~30000人次。
2. 车辆运营速度为25~30km/h。
3. 线路封闭条件达到总长度的65%以上。
4. 线路噪声控制指标不大于75dB。
5. 线路形态可做到地面、高架和浅埋。
6. 车厢定员标准:6人/m²,超员站立9人/m²。

7. 列车组成：单节车或最多联挂4节车。
8. 站台长度： $\leq 90\text{m}$ 。
9. 站台高度：低或高站台均可。
10. 行车间隔：近期180 s，远期120 s。
11. 通信信号：轻轨专用兼顾城市联网。

(本章编写人员：何宗华)

第二章 轻轨交通建设前期工作

第一节 建设前期工作范围

一、建设程序

轻轨交通工程项目的建设，是属于基本建设性质，应按照国家规定的基本建设工作步骤和方法进行建设，基本建设程度应遵循的主要步骤如下：

1. 根据资源条件，国民经济发展规划要求以及城市建设总体规划要求，提出轻轨交通建设项目建议书，进行可行性研究。
2. 编制设计任务书，选定建设地点，进行勘察设计，编制初步设计、技术设计和施工图设计。
3. 制定年度基本建设计划，设备订货和施工准备。
4. 开工报告，组织施工，生产准备（运转调试）。
5. 竣工验收，交付生产使用。

以上步骤都应按照本身固有的规律，互相衔接，循序前进。在实施建设和形成生产能力的过程中，还应遵循先计划、后建设，先勘察、后设计，先设计、后施工和先验收、后使用的程序。为坚持和完善轻轨交通基本建设程序，充分发挥投资效果，必须抓紧做好建设前期工作，如果违反科学的基本建设程序，将会遭受不必要的损失。

二、前期工作范围

轻轨交通建设项目从酝酿提出到开工建设以前的各项准备工作，为建设前期工作。前期工作是基本建设全过程的重要组成部分，其中心内容是确定四大问题，即谓之“四定”：

1. 定项目

要求正确判断和确定建设项目的客观必要性和现实可能性，即项目投资决策。其应通过项目建议书，可行性研究和编制设计任务书来解决。

2. 定地点

要确定在何处建设问题，可通过选择建设地点来解决。

3. 定设计

确定项目建设规模，可通过工程设计来解决。

4. 定计划

确定整个项目建设的分期和总进度，并经过国家和地方经济的综合平衡后，正式列入基建计划。

前期工作范围的主要内容是：



1. 进行可行性研究，编制和审批设计任务书。
2. 选址，新建项目的路线走向和车场地址，应由主管部门会同有关单位和城市规划部门联合选定，并报有关上级部门审批。
3. 落实原材料、燃料、动力、供水和运输等协作配合条件，安排好配套项目、市政设施和其他生活服务设施的建设。
4. 进行环境综合调查，编制环境保护措施，提出项目对环境影响的评价报告。
5. 按规定报送设计文件，批准后方可列入年度计划。
6. 建立开工报告制，工程正式开工前要做好施工准备和物质准备，搞好征地拆迁工作和“三通一平”，施工备料要达到一定数量方可打出开工报告。开工报告经初步设计审批权限部门批准后方可开工（参见附录1）。

第二节 可行性研究的内容与方法

一、可行性研究的目的与内容

目前，我国各行各业的工程项目是否能进行基本建设，都要经过可行性研究的论证，城市轻轨交通建设项目也不例外，都必需遵照国家基本建设程序办事。轻轨交通项目规模都很大，投资费用高，技术门类繁多，涉及面广，因此必需进行可行性研究，以作为建设决策的依据。

可行性研究就是对投资方向，新建或改扩建项目的社会需要，市场情况，资源条件，原料、燃料供应，动力供给条件，工程规模，结构造型，设施能力等，从技术经济两个方面作详细的调查研究，分析计算和方案比较；并对工程项目建成后可能取得的技术经济效益进行预测、评价、分析，从而提出是否值得投资和怎样建设的意见，为投资决策提供可靠的根据。

一份好的可行性研究报告，必须对建设项目的一切主要方面都进行深入细致的研究，不容半点疏忽。但实际上，因受资料和工作人员的技术水平限制，很难做到。为此，可行性研究应该同现有的资料和搜集资料现有手段相适应，所采用的研究方法应该尽量使工程人员和决策者所理解。因此，可行性研究不仅要做到正确，而且要为工程技术人员和决策者接受。

为此，必需抓住关键性问题，进行详细分析和深入研究，其研究内容主要有以下4方面：

1. 资料收集

对分析研究有用的资料都要收集全，并着重收集工程所在地区的城市总体规划，经济发展前景、城市公共交通现状和公交客运量需求。同时，在勘测资料基础上，弄清轻轨交通沿线的自然环境条件，水文地质情况、城市各种管网线路的分布情况以及拆迁占地条件等。

2. 调查研究市场情况

调查各种建筑材料和技术装备的市场价格，个别引进装备还要考核国外市场价格，了解当地劳动力情况。研究引进技术、影子价格和通货膨胀等因素对工程造价的影响。