

1.2 城市轨道交通的特点与类型

在这一阶段，我国城市轨道交通的建设具有以下特点：

1. 城市轨道交通建设的城市迅速增多

截至 2013 年年底，我国已开通城市轨道交通线路运营的城市有北京、天津、上海、广州、南京、苏州、杭州、深圳、佛山、重庆、成都、昆明、武汉、西安、沈阳、大连、长春、郑州、哈尔滨和香港等。长沙、无锡、宁波、青岛、合肥、南宁、福州、南昌、东莞、贵阳、常州、厦门、兰州、石家庄、太原、温州、乌鲁木齐、徐州和澳门等城市的城市轨道交通也正在规划、建设过程中，此外还有一些城市正在积极申报轨道交通建设项目。

2. 城市轨道交通的网络化

目前，我国部分城市的轨道交通建设出现网络化的发展。无论是北京还是上海、天津、广州等城市均在建和筹建多条城市轨道交通线路，形成了纵横交错、相互沟通连接的网络交通体系。

3. 城市轨道交通类型的多元化

除了线路和运营里程大幅增加外，我国的轨道交通也由原来只有地铁一种形式向多样化发展。已建成的轨道交通系统中，不仅有天津、大连、长春

的轻轨，还有北京、上海的郊区铁路，重庆的独轨，广州的直线电机列车，上海的磁悬浮，北京机场的旅客捷运系统等。城市供电系统不仅有第三轨供电，而且还有架空线接触网供电形式，轨道交通类型呈多元化发展。

4. 城市轨道交通的现代化

随着城市轨道交通建设的发展，以车辆为代表的技术体系也实现了现代化。通过国际技术交流合作，引进先进技术，实现设计制造技术的现代化。在提升技术水平的同时，也促进了国产化的进程。

由于城市轨道交通在世界范围内发展较快，地区、国家、城市的不同，服务对象的不同等，使城市轨道交通发展成为多种类型。城市轨道交通种类繁多，技术指标差异较大，世界各国评价标准不一，尚无十分统一的分类标准，不同的分类方法可以分出不同的结果。

- (1) 按照交通容量(运送能力),可分为大容量、大容量、中容量和小容量;
- (2) 按照线路架设方式,可分为地下隧道、高架和地面;
- (3) 按照导向方式,可分为轮轨导向和导向轮导向;
- (4) 按照线路隔离程度,可分为全隔离、半隔离和不隔离;
- (5) 按照轮轨的材料,可分为钢轮钢轨系统和橡胶轮混凝土轨系统;
- (6) 按照运营组织方式,可分为传统城市轨道交通、区域快速轨道交通

和城市（市郊）铁路。

通常人们所说的轨道交通按运能范围、车辆类型及主要技术特征可分为有轨电车、地下铁道（地铁）、轻轨、单轨、磁悬浮、新交通系统等。

（1）有轨电车（Tram 或 Streetcar）是使用电车牵引、轮轨导向、1~3 辆编组运行在城市路面线路上的低运量轨道交通系统。

有轨电车是最早发展的城市轨道交通之一，一般设在城市中心穿街走巷运行，具有上下车方便的特点。有轨电车起源于城市公共马车，为了多载客，人们把马车放在铁轨上。随着电动机的发明和牵引电力网的出现，有轨电车发展快速（见图 1.2）。

旧式的有轨电车已停止了发展，经改造后的现代有轨电车与性能较差的轻轨道交通已很接近，只是车辆尺寸稍小一些，运营速度接近 20 km/h，单向运能可达 2 万人次/h。由于现代有轨电车的运行可靠、舒适、节能、环保等特点，且其技术特性已与轻轨基本无异，如今多地方也开始在城市中改建或新增现代有轨电车线路，如我国的大连、天津、上海等城市。现代有轨电车作为城市新兴的一种先进的公交方式，已完成了从传统到现代化的转变，在世界范围被普遍推广，也充满了光明的前景（见图 1.3）。

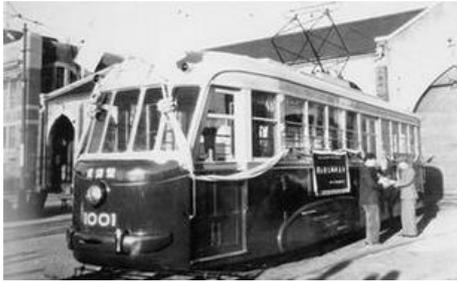


图 1.2 大连老式有轨电车



图 1.3 大连现代化有轨电车

(2) 地铁是地下铁道的简称 (见图 1.4), 地铁并非专指在地下隧道中运行的技术制式, 而是泛指轴重相对较重, 高峰小时单向运输能力在 3 万人次 ~ 7 万人次, 地下、高架和地面线路三者结合的大容量轨道交通系统。



图 1.4 北京地铁 5 号线

地铁运量大, 在客流密集的城市中心地带建设地铁可以明显疏散公交客流, 分担绝大部分城市公共交通流量, 在目前城市地面交通严重拥挤的情况

下，有效地减少了道路机动车的流量，从根本上解决了人均道路面积少、路网密度低与过多的机动车出行之间的矛盾，具有良好的社会效益。地铁是一种独立的有轨交通系统，拥有专用车道，不受地面道路情况的影响，安全性高。地铁运营速度一般为 35~40 km/h，最大行车速度可达 80 km/h，能够按照设计的能力正常运行，快速、准时运送乘客。地铁的动力主要是电能，无污染，噪声小，车站及车厢内的环境好，具有很好的舒适性。地铁占地面积小，可以充分利用地下空间，对于缓解城市用地紧张，带动区域经济发展起到了一定的作用。但是地铁建设成本高，建设周期长，后期运营维护费用较高。现我国地铁每千米造价平均达 5 亿~8 亿人民币。

(3) 轻轨 (Light Rail Transit , LRT)，是在有轨电车的基础上改造发展起来的城市轨道交通系统。轻轨因车辆轴重较轻和对轨道施加的荷载较轻而得名 (见图 1.5、1.6)。

轻轨是个比较广泛的概念，公共交通国际联合会 (UITP) 关于轻轨运营系统的解释文件中提到：轻轨是一种使用电力牵引、介于标准有轨电车和快运交通系统 (包括地铁和城市铁路)，用于城市旅客运输的轨道交通系统。在中国《城市轨道交通工程项目建设标准》中，轻轨是指高峰每小时单向客流量在 1 万~3 万人次的中等运量轨道交通系统。



图 1.5 武汉轻轨列车



图 1.6 欧洲荷兰鹿特丹轻轨列车

(4) 单轨也称作独轨 (Monorail) , 是指通过单一轨道梁支撑车厢并提供引导作用而运行的轨道交通系统 , 其最大特点是轨道只有一条 , 而非传统铁路的两条平衡路轨。根据支撑方式的不同 , 单轨通常分为跨座式和悬挂式两种 : 跨座式是车辆跨座在轨道梁上行驶 (见图 1.7) ;

悬挂式是车辆悬挂在轨道梁下方行驶（见图 1.8）。悬挂式单轨在中国大陆也有被称之为“空轨”的，乃“空中轨道”之简称，目前我国温州等城市正在筹划建设空轨。



图 1.7 重庆跨座式单轨



图 1.8 日本千叶市悬挂式单轨

单轨主要应用在城市人口密集的地方，用来运载乘客，相比普通铁路有较强的爬坡能力，转弯半径小，适合起伏较多的地形。此外，单轨系统噪音

小，符合环保要求，安全可靠，同时又具有建设费用低廉、建设周期短、易于维护以及易于实现零部件本地化生产的优点。亦有在游乐场内建筑的单轨铁路，专门运载游人。

随着科学技术的进步，单轨技术日臻成熟，轨道、车辆和通信信号都有了很大发展，再加上单轨可以利用道路和河流的上方空间，单轨技术受到一定的重视。中国首条跨座式单轨线路是在有“山城”之称的重庆修建的。重庆轨道交通 2 号线一期工程于 2004 年建成，全线于 2006 年开通，单轨客车技术从日本引进，经中国北车集团长春轨道客车股份有限公司的技术人员消化、吸收、再创新，终于在长客制造成功。跨座式单轨道交通十分适合重庆市道路坡陡、弯急、路窄的地形特点，同时由于结构轻巧、简洁、易融于山城景色取得了较好的景观效果。

1.3 城市轨道交通的优势

城市轨道交通系统与城市中的其他公共交通工具相比，具有以下几点明显的优势。

1. 解决居民出行问题，缓解城市交通

城市轨道交通的便捷性体现在其强大的运输能力和高速的运行速度。地

铁单向每小时可运 6 万~7 万人次，轻轨交通可达 3 万~4 万人次；而公共汽车若使用普通路面仅 5 千人次，专用道路也只有 1~2 万人次。轨道交通是城市交通的主力军，其运量之大是公共汽车、无轨电车、小汽车望尘莫及的。同时，由于运用了先进的自动控制系统，地铁列车可高速无阻地运行，最高速度可达每小时 80~120 km，轻轨、独轨交通可达每小时 70~80 km，而在市区运行的公共汽车等公共车辆时速仅为 10 km 左右，且往往由于路面拥挤而寸步难行。

智能交通和轨道交通是治理交通拥堵的两把利器，市场空间广阔。智能交通作为实时、高效、准确的新型交通运输系统，在欧美等发达国家正得到广泛应用，相关经验值得国内借鉴。而城市轨道交通在提高城市运力、缓解交通拥堵方面具备显著的优势。

2. 节约土地资源

城市轨道交通有利于节约土地资源，因为轨道交通占用的土地面积仅为其他地面交通方式的 1/8~1/3。在动态情况下，平均每位旅客占用的道路面积：轻轨和城市铁路为 0.2 m²，公共电汽车、私人小汽车、摩托车、自行车分别是它的 4.6 倍、115 倍、100 倍和 50 倍。城市轨道交通使得以上住宅、办公、商业用地的内部凝聚力大大增加，它为各个中心之间的相互交流提供

了便利的条件。

3. 安全性高

地铁本身不但具有很高的安全性，而且使地面的交通拥挤现象减缓，使其他交通工具和行人安全率增大。专家曾就巴黎交通工具死亡事故的安全率进行比较，如地铁的安全率为 100%，自行车为 1.7%，市内摩托车为 0.5%，私人小汽车为 2%，市内公共汽车、无轨车和有轨电车各为 8%。

4. 节约能源，环境友好

从能源消耗与污染情况来说，轨道交通能耗低、污染少。随着工业化和城市化的快速推进，引发能源需求速增，城市能源供需矛盾日益突出，轨道交通运力大，运行快，相比汽车，其一次性运送量要大得多。因此，轨道交通对能源是一种更有效的利用。

另外，通过采用轨道减震技术和声屏障等措施，轨道交通可以大大降低对附近敏感建筑的振动、噪声影响。城市轨道交通是一种节约能源的交通方式，符合我国调整能源结构，节约能源的战略。同时，城市轨道交通对大气污染的影响程度远远低于其他交通方式，发展城市轨道交通对我国环境保护战略的实施具有积极意义。

5. 带动产业发展，提高经济增速

城市轨道交通相关产业链规模可以达到数千亿元，主要分为土建、铺轨、车厢、电气化建设等，产业链共涉及相关行业达 20 多个，包括土建、机械、电气、电子及通讯业的技术密集型产业。我国对城市轨道交通建设存在巨大的需求，这对相关产业带动作用 and 拉动内需的作用是非常明显的，城市轨道交通的大批兴建，将带动建筑施工行业、城市轨道交通装备制造行业、通信信号系统、电力及电气化系统等产业的快速发展。