

城市轨道交通——现代有轨电车技术丛书

# 现代有轨电车客运组织

主 编 ◎ 刘鹤琳

副主编 ◎ 王卫国 张永林 闫 骏

徐月圆 姜艳秋

参 编 ◎ 应承静 陈跃威 丁 晓

张 成 刘正永

西南交通大学出版社

· 成都 ·



# 前 言

现代有轨电车作为城市新兴的一种公交方式，已完成了从传统到现代化的转变，它凭借可靠、舒适、节能、环保等优势，在全球范围被普遍推广。世界上诸多大城市都在发展有轨电车，如法国斯特拉斯堡、瑞士日内瓦、西班牙巴塞罗那等。我国内地有大连、天津、上海、沈阳、长春、苏州、南京、广州、淮安、青岛、珠海、武汉、深圳、北京、东莞、成都等城市开通运营了多条有轨电车线路。

较早建设的沈阳浑南、苏州高新区等有轨电车线路均作为轨道交通的补充，以布设于新区为主；而随着淮安有轨电车的建成，云南滇南、文山等无快速轨道交通城市，也规划建设有轨电车作为城市骨干公交。同时，武夷山、都江堰等多个景区正规划建设有轨电车，作为特色公交线路。多样化的应用表明有轨电车在国内开始成为城市公交建设的重要方式之一。

本书作为一般教材，兼顾科普性和实用性，适合初次接触有轨电车的学员和感兴趣的读者使用。

本书由济南市技师学院刘鹤琳担任主编，负责全书的框架及统稿工作；徐月圆编写第 2 章和第 3 章；姜艳秋编写第 4 章和第 5 章；刘鹤琳、闫骏等编写第 1 章、第 6~9 章。

本书在编写过程中，参考了部分城市轨道交通运营企业的客运组织规章及相关文献，在此致以衷心感谢！

限于掌握的资料和编者的水平，书中难免有不少缺点和疏漏，敬请读者批评指正。

编 者

2020 年 11 月



# 目 录

- 1 绪 论 // 1
  - 1.1 客运组织基础知识 // 1
  - 1.2 国内外客运组织现状对比 // 3
  - 1.3 有轨电车客运组织内容及运营管理模式 // 8
  
- 2 车 站 // 13
  - 2.1 线 路 // 13
  - 2.2 轨道交通车站的作用与分类 // 18
  - 2.3 轨道交通车站的组成及作用 // 20
  - 2.4 轨道交通车站的布局原则与基本布局 // 22
  
- 3 车站技术设备 // **错误!未定义书签。**
  - 3.1 导向标志系统 // **错误!未定义书签。**
  - 3.2 乘客信息服务系统 // **错误!未定义书签。**
  - 3.3 消防系统（灭火器、消火栓） // **错误!未定义书签。**
  - 3.4 售检票系统 // **错误!未定义书签。**
  - 3.5 照明系统 // **错误!未定义书签。**
  - 3.6 电梯系统 // **错误!未定义书签。**
  
- 4 车站运作管理 // **错误!未定义书签。**
  - 4.1 车站管理模式与组织架构 // **错误!未定义书签。**
  - 4.2 各岗位工作职责 // **错误!未定义书签。**
  
- 5 票 务 // **错误!未定义书签。**
  - 5.1 有轨电车售检票方式 // **错误!未定义书签。**

- 5.2 有轨电车票卡媒介 // 错误!未定义书签。
- 5.3 售检票设备 // 错误!未定义书签。
- 5.4 售检票系统架构及清分管理 // 错误!未定义书签。

## 6 车站客流与客流组织 // 错误!未定义书签。

- 6.1 客流概述 // 错误!未定义书签。
- 6.2 客流调查与预测 // 错误!未定义书签。
- 6.3 车站日常客流组织 // 错误!未定义书签。
- 6.4 车站大客流组织办法 // 错误!未定义书签。

## 7 突发事件应急处理办法 // 错误!未定义书签。

- 7.1 突发事件的处理原则与报告程序 // 错误!未定义书签。
- 7.2 突发事件的应急处理流程 // 错误!未定义书签。
- 7.3 有轨电车公司模拟应急演练 // 错误!未定义书签。

## 8 客运安全管理 // 错误!未定义书签。

- 8.1 安全管理基本知识 // 错误!未定义书签。
- 8.2 安全管理的途径 // 错误!未定义书签。
- 8.3 通用的安全知识 // 错误!未定义书签。

## 9 有轨电车客运服务 // 错误!未定义书签。

- 9.1 有轨电车服务意识、规范与标准 // 错误!未定义书签。
- 9.2 有轨电车服务要求 // 错误!未定义书签。
- 9.3 有轨电车服务用语 // 错误!未定义书签。
- 9.4 乘客投诉的处理 // 错误!未定义书签。

## 参考文献 // 错误!未定义书签。

# 1 绪 论

## 1.1 客运组织基础知识

有轨电车是采用电力驱动并在轨道上行驶的轻型轨道交通车辆。有轨电车是一种公共交通工具，亦称路面电车，简称电车，电车以电力驱动，车辆不会排放废气，因而是一种无污染的环保交通工具（见图 1-1）。



图 1-1 有轨电车

1879 年，德国工程师维尔纳·冯·西门子在柏林的博览会上首先尝试使用电力带动轨道车辆。此后俄国的圣彼得堡、加拿大的多伦多都进行过开通有轨电车的商业尝试。

匈牙利的布达佩斯在 1887 年创立了首个电动电车系统，1888 年美国弗吉尼亚州的里士满也开通了有轨电车。

20 世纪 70 年代以来，以汽车为主导的交通模式带来的问题日显严重，能源危机、环境污染、土地紧缺、交通拥堵等问题，迫使欧洲发达国家重新将大容量的轨道交通作为发展城市公共交通的重点。由于中小城市无法负担建设地铁的巨额投资，于是现代有轨电车在欧洲中小城市被广泛应用。现代有轨电车投入使用以来，以其便捷性、舒适性及美观性受到市民和政府的肯定。1978—2005 年，欧洲有数十座城市投入使用了现代有轨电车。现代有轨电车运行可靠、舒适、节能、环保，且其技术特性已与轻轨基本无异，如今多个地方也开始在城市中改建或新增现代有轨电车线路，如法国斯特拉斯堡、瑞士日内瓦、西班牙巴塞罗那以及我国的大连、天津、上海等城市。

现代有轨电车（见图 1-2）作为城市新兴的一种先进的公共交通方式，已完成了从传统到现代化的转变，在世界范围普遍推广也充满了光明的前景。

2012—2020年，我国现代有轨电车规划已超过2 500 km，工程总投资预计达3 000亿元，车辆市场规模达600亿元，年均需求75亿元。

2018年4月8日，中国城市轨道交通协会《城市轨道交通2017年度统计和分析报告》显示，截至2017年年末，中国共计34个城市（包括7种制式的轨道交通）开通城市轨道交通并投入运营，开通线路165条，运营线路长度达到5 033 km（以上数据不含港澳台地区）。



图 1-2 现代有轨电车

### 1.1.1 有轨电车客运组织工作宗旨

有轨电车客运组织是通过合理布置有关设备、设施以及对客流采取有效分流或引导措施来组织客流运送的过程。有轨电车的运营宗旨为“安全可靠、高效便捷、功能完善、文明舒适”，从客运组织工作的角度来说，就是

（1）安全可靠：为保证乘客安全乘车，制定各项安全制度，并严格执行，采用先进安全控制系统，行车设备定期检查，保证处于良好状态。

（2）高效便捷：运营生产各部门相互配合，严格按列车运行图组织工作，确保列车按运行图规定时间运行。提高列车运行速度，缩短列车间隔时间，减少设备的故障，确保乘客快捷到达目的地。

（3）功能完善、文明舒适：服务设施设备齐全良好，客运服务人员严格遵守职业道德，礼貌待客，耐心正确地解答乘客询问，主动热情地为乘客服务。

### 1.1.2 有轨电车客运组织工作原则

（1）合理安排售车站售检票、出入口及楼梯的位置，行人流动路线简单明确，尽量减少客流交叉、对流。

（2）完善车站内外乘客导向系统的设置，使乘客快速分流，减少客流聚集和过分拥挤的现象。

（3）乘客能够顺利地换乘其他交通工具。换乘过程中人流与车流的行驶路线严格分开，以保证行人的安全和车辆的行驶不受干扰。

（4）满足换乘客流方便、安全、舒适的基本要求。如适宜的换乘步行距离、恶劣天气下的保护、全天候的连廊系统，对残疾人专门设计无障碍通道；又如适宜的照明、开阔的视野以及突发事件应急系统等。



### 1.1.3 客运组织的特点

(1) 客运服务的对象是市内交通乘客，不办理行李包裹托运服务。

(2) 全日客流分布在时间上有较为明显的高峰（一般为早晚高峰）和低谷之分，高峰时段客流量集中，时间性强，在空间上又有不同的区间客流分布。

(3) 全年客流分布在时间上按日、月、周、节假日有较大起伏。

以淮安有轨电车为例，有轨电车线路穿越淮安市两个主城区和四个中心，是连接淮安南北的公共交通骨干线。

(1) 线路穿越主城区，沿翔宇大道南下进入淮安区，主要以两端城区内的短程客流和两个城区跨动的长途客流为主，在普通工作日的早晚高峰客流相对较大。

(2) 周末学生、市民放假，会有市民选择乘坐有轨电车前往主城中心。所以周末人流量相对分散，但是客流总量会比平时大。学生市民都会结伴而行或老少同行。

## 1.2 国内外客运组织现状对比

### 1.2.1 国外有轨电车运营发展现状

欧洲作为有轨电车的诞生地，城市历史悠久、人口密集，有着良好的有轨电车发展条件。

目前欧洲各国的大城市中，有轨电车的运营里程数已经超过 9 000 km。在欧洲现代有轨电车线路定位如下：

(1) 作为大中城市公共交通的骨干网络。

在欧洲一些 50 万~200 万人口的大中城市，现代有轨电车在城市公共交通系统里占据着举足轻重的位置。例如克罗地亚的首都萨格勒布，人口约为 77 万，总面积约为 1 291 km<sup>2</sup>，目前拥有 15 条日线和 4 条夜线有轨电车，全网络长 142 km，日客流量可达 56 万人次。其线路车站的典型特点是一个站点普遍有 3 条及以上线路停靠。

(2) 在大城市与地铁、公共汽车相互补充。

在欧洲人口基数大的大型城市中，地铁、有轨电车、公共汽车形成有层次的立体公共交通网络，大型城市现已基本采用地铁、轻轨等形式构建城市公共交通的主体骨架形式，利用有轨电车和公共汽车来弥补“最后一公里出行”问题。

德国首都柏林，居民汽车保有量（358 辆/1 000 人）远低于德国平均水平（570 辆/1 000 人），原因即在于其庞大的公共交通系统，德国公交系统主要包括 U-Bahn（地上铁）、S-Bahn（地下铁）、Tram（有轨电车）、Bus（公共汽车），其主要运营者为 DB 和 BVG 两家公司，柏林的有轨电车系统有 22 条线路、173 个站点，总运营里程 147 km，高峰时期柏林的有轨电车数量达到 1 000 辆，随后低地板大运量的新型有轨电车开始引入，现保有 600 辆左右。

(3) 作为中小城市的快速联络线。

欧洲一些中小城市 21 世纪初开始建设有轨电车线路。例如法国的蒙彼利埃，城区人口只有 25 万，总面积为 57 km<sup>2</sup>，于 2000 年建成第一条有轨电车 L1 线，之后又逐步建成通车了 L2、L3、L4 有轨电车线路。

## 1.2.2 国内有轨电车的运营发展

在我国，沈阳、大连、长春等地是全国最早运营有轨电车的城市。现代有轨电车已进入上海、广州、沈阳、大连、青岛、南京、苏州等多个城市。其优势在于，每千米造价是地铁的 1/3、轻轨的 1/2，建设周期较短，能够发挥大运量公共交通的作用，也可成为城市间一道靓丽的风景。成都、广州、青岛、淮安、珠海、武汉等城市将相继开通运营有轨电车。

(1) 我国首个现代有轨电车网络。

2013 年 8 月 6 日，我国首个现代有轨电车网络——沈阳浑南现代有轨电车网开始投入运营。线网由 4 条线路组成，主要连接城区、机场、车站等地区，全长约为 60 km。

车辆采用中车长客股份公司研制的 70% 和 100% 低地板现代有轨电车，并且利用“无承力索柔性牵引网+超级电容”技术。

现代有轨电车线路尽可能采用独立路权，轨道线路敷设在草坪带上，以草坪绿化带与其他交通隔离。

(2) 世界首列超级电容 100% 低地板有轨电车。

广州海珠有轨电车示范线采用的纯超级电容 100% 低地板有轨电车在世界上属首创。车辆运行全靠车载超级电容技术，到站充电，站间不设充电桩，一次充电 30 s 后能在 AW3 工况下行驶 4 km，具有节约架空接触网、符合城市美观等优势。

武汉东湖高新区有轨电车采用的 48 kW·h 的超级电容可以满足隔站充电需求，48 kW·h 的超级电容是目前全球投入有轨电车车辆的最大储电量。

2015 年 3 月 19 日，世界首列氢能源有轨电车在青岛四方机车车辆股份有限公司下线。

现代有轨电车在控制、车辆技术、牵引供电、通信信号等方面都有了大的质变。其运量大、舒适安全、快速便捷、节能降噪、环保零污染、造价低的特点日益彰显。现代有轨电车在国内外都受到推崇。

2012 年之后，我国建设和规划了庞大的现代有轨电车市场。最新市场调研统计发现，目前我国有近百座城市提出了建设有轨电车的意见和规划，超过 40 座城市已经开始行动，形成了巨大的市场需求。城市轨道交通继地铁、轻轨之后，又掀起新一轮的发展热潮。

## 1.2.3 国内外客运组织案例

### 1. 国内有轨电车客运组织案例

以沈阳浑南现代有轨电车为例。沈阳浑南现代有轨电车有 6 条线路，如表 1-1 所示。

表 1-1 沈阳浑南现代有轨电车线路

线路名称	终端站	首班车时间	末班车时间
一号线	兴隆大奥莱	6:15	21:40
	会展中心	6:15	20:40
二号线	兴隆大奥莱	6:00	21:20
	桃仙机场	6:30	21:30

续表

线路名称	终端站	首班车时间	末班车时间
三号线	世纪大厦	6:20	21:20
	会展中心	6:30	20:30
四号线	世纪大厦	6:40	21:00
	沈阳南站	6:20	21:40
五号线	沈抚新城	5:30	21:00
	奥体中心	6:00	22:00
六号线	桃仙机场	7:50	20:40
	沈阳南站	7:10	20:00

### (1) 票价及购票方式。

票价：开始时有轨电车各条线路全程票价统一为 2 元，换乘线路需要重新购票。2019 年 3 月 1 日起，沈阳浑南现代有轨电车实行分段计价票务制度，按里程计费，单次行程距离 8 km 以下为 2 元，8~16 km 为 3 元，16 km 以上为 4 元。即票价由原单一票价 2 元，调整为 2 元起价，4 元封顶。持卡消费乘客在票价调整的基础上，继续享受相应的优惠折扣。乘车时，上车刷卡，下车再次刷卡。

购票方式：浑南有轨电车采用上车购票方式，和公交相似。每辆车的两个上车门口设置了自助购票箱和刷卡机，乘客上车刷卡或自备零钱投币即可购票。如遇大客流状况，也可通过车内便捷刷卡机进行购票。

(2) 身高超过 1.3 m 的儿童应购票。每名成年乘客可免费带领一名身高 1.3 m 以下的儿童乘车，超出人数应全额购票乘车。

随身行李总质量不得超过 20 kg 或总体积不得超过 0.2 m<sup>3</sup>，凡超过的每件购票一张，所购行李票按同乘单人票价投币或刷卡，未购票者乘务员有权拒绝其乘车。

(3) 有轨电车支持 IC 卡类型：夕阳红卡、关爱卡、普通消费卡、纪念储值卡（含异形卡）。

乘坐浑南有轨电车的优惠人群：

- ① 关爱卡可享受 5 折票价；
- ② 普通消费卡可享受 9.5 折票价；
- ③ 纪念储值卡（含异形卡）可享受 9.5 折票价；

乘坐浑南有轨电车的免费人群：

- ① 残疾军人（警察）凭本人“中华人民共和国伤残军人（警察）证”；
- ② 现役义务兵凭本人“士兵证”；
- ③ 离休老干部凭本人“中华人民共和国老干部离休荣誉证”或者“中国人民解放军离休干部荣誉证”；
- ④ 70 岁以上老人凭本人“夕阳红卡”按规定刷卡；
- ⑤ 1.3 m 以下儿童可免费乘坐有轨电车；
- ⑥ 有轨电车工作人员凭本人员工证；
- ⑦ 维保、扫保、有轨电车派出所人员凭本人员工卡；

- ⑧ 残疾人凭本人爱心卡（即“沈阳市残疾人免费乘车卡”）；
- ⑨ 本市盲人使用“沈阳市盲人免费乘车卡”，持卡免费乘车；
- ⑩ “定期定量补助证”。

(4) 上下车方式。

有轨电车两边两个车门为上车门，中间的两个车门为下车门。乘客上车时可在站台护栏口上车门处排队登乘，下车时请提前做好准备在中间车门处等待下车。如图 1-3 所示。

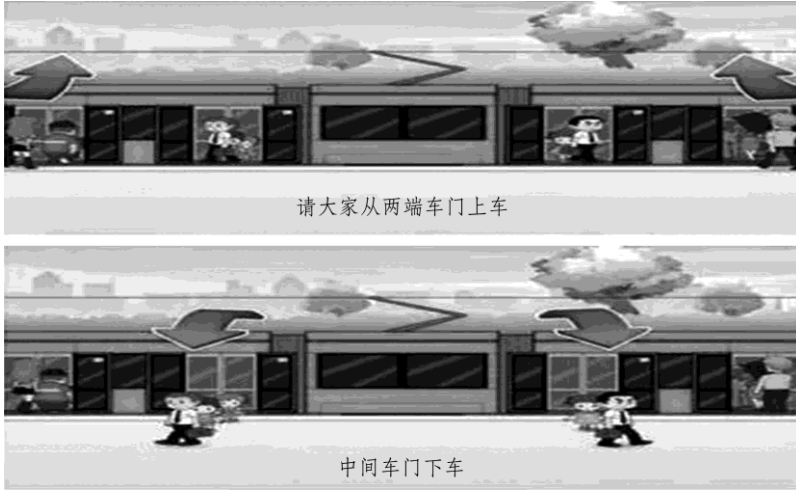


图 1-3 上下车方式

## 2. 国外有轨电车客运组织案例

国内外有轨电车客运组织各环节情况有不同程度的差别，以维也纳不轨电车与国内有轨电车进行对比，简要说明如下。

奥地利首都维也纳，位于奥地利东部。维也纳作为首都和重要的欧洲都市，市内交通发达，维也纳有轨电车的站台写着“Strassenbahn Haltestelle”，即有轨电车站台。下面显示该站台停靠的各线路名称。（见图 1-4）



图 1-4 有轨电车站台

维也纳有轨电车线路一般以数字命名，总共有 27 条城区的电车线路及 O、D、VRT 线路

(见图 1-5)。电车票与地铁、公交车票通用，可在站台自动售票机、地铁站自动售票机或交通局售票服务窗口购买。



图 1-5 有轨电车

新款电车车头有电子显示屏显示该线路名称(数字),及该趟列车的终点站。老款电车车头则是旧式的名称标志和显示终点站的标志板。

维也纳超低地板有轨电车,也称 ULF Tram 或“超低地板”电车,是现在维也纳市内顺利运行的有轨电车。大约 15 年前,欧洲就已出现低地板有轨电车,高度 30 cm,但只有维也纳设置了更加雄心勃勃的目标,最终实现了方便让轮椅和婴儿车直接从路面登入的有轨电车。

维也纳市从 2009 年开始设立环城观光有轨电车旅游线路,每日 10:00 am ~ 5:30 pm,每隔 30 min 发一趟车,成人单程票价 8 欧元,可直接在车上或官网上购票。它们分别按顺时针和逆时针方向围着维也纳市中心的环城大道运行,霍夫堡宫、圣斯特凡大教堂、歌剧院这些著名景点都能到达,全程大约 30 min,乘客可通过耳机听取坐落于沿途各个著名景点的介绍。

除此之外其他电车线路间隔 3 ~ 10 min 一班,运营时间最晚至凌晨 1 点。

维也纳有轨电车跟地铁或其他交通一样,有多种票种可供选择,一般游客建议使用天票、单程票和维也纳卡。

(1) 24 h/48 h/72 h ticket (天票)。

在维也纳停留 1 ~ 3 天,建议选择 24 h、48 h、72 h 票。

票价分别为

- ① 24 h: 7.6 欧元。
- ② 48 h: 13.3 欧元。
- ③ 72 h: 16.5 欧元。

(以上价格为 2015 年 11 月维也纳交通官网查询所得)

第一次打票后 24、48 或 72 h 内有效,可乘坐市内所有交通工具。

打票机设于有轨电车内(见图 1-6),如天票已经在地铁站或公交车上打票,则不需在有轨电车内重新打票。

天票可在各大地铁站自动售票机、有轨电车站、交通售票窗口购买。



图 1-6 有轨电车打票机

### (2) 购买单程票。

电车与巴士、地铁车票通用，上车前先行买票，单程车票一般都是 1.8 欧元/次，可于地铁站购买，车票一般通用于地铁、电车、巴士，另有些有轨电车是 2.2 欧元/次，乘车时需要打票，否则视作逃票。购买单程票可使用有轨电车站台自动售票机购买，可用纸币或硬币购票。跟地铁票相同，有轨电车的车票同样需要打票，打票机设置在车内。

### (3) 维也纳卡。

购买维也纳卡，不仅可免费乘坐市内交通，还可在多个景点享受购票优惠。

维也纳卡打票后 48 h 或 72 h 内有效。

购买地点：酒店、阿尔贝提纳广场上的旅游信息中心（9:00 am ~ 7:00 pm），维也纳公交线销售和信息中心，维也纳地铁官网。

维也纳有轨电车的车票打卡机器设在车内，上车打卡即可，下车时不用重复打票。

维也纳的公共交通系统使用的是“Honour System”，中文叫“信用制度”或“荣誉系统”。这个系统的运作靠的是乘客内心对于“荣誉”的觉悟，所以称为“荣誉系统”。乘客买不买票全靠自觉。除了维也纳，德语区国家如德国和瑞士，也同样使用“荣誉系统”来管理公共交通。有轨电车查票工作人员只是不定点、不定时地抽查，如果乘客逃票被抓到了，将面临 105 欧元的罚款（2018 年 1 月生效），如果乘客没有现场用现金交罚款，或是在 3 天内通过银行转账交罚款，则罚款金额会上升到 115 欧元，该名乘客还可能面临法律诉讼。

## 1.3 有轨电车客运组织内容及运营管理模式

### 1.3.1 城市轨道交通车站客运工作的主要内容

主要内容为提供客运、票务等基本服务，保持整洁卫生的站、车环境，保持设施设备完好，实现“安全可靠、高效便捷、功能完善、文明舒适”的服务目标；服务设施，是指有轨电车首末站、车站等场所以及车辆等设施；车站售检票位置的设置，车站引导标志的设置，车站自动扶梯、隔离栏杆、车站广播导向等设备设施的设置，各种设备数量及工作人员的配备，应急措施的制定与实施等。

### 1.3.2 客运工作的基本要求

客运组织工作是城市轨道交通运营生产的重要组成部分，客运服务质量直接反映城市轨道交通运营管理水平。客运组织工作必须实行统一领导、分级管理的原则，建立健全各项工作制度，各部门密切配合，搞好站、车秩序，改善服务态度，提高工作效率。

车站客运工作是完成客运送送任务的重要组成部分。客运工作直接面对乘客，能否安全、便利、舒适、文明地为乘客服务，是反映轨道交通系统运营管理水平的标志之一。车站客运工作的基本要求如下：

(1) 设备齐全、站容整洁、向导标志齐全。

车站站台设施整洁，周边无杂物，站台边缘根据需要设置安全护栏，站台应设置标有本站及附近公交车站位置和停靠线路的街道交通简图。车站候车亭应安全、实用、简洁、美观，具有标识性，便于乘客遮阳、避雨，不影响乘客集散和行人通行。站牌设施的朝向和高度应便于查看，不影响乘客集散。定期维护，发现污损、毁坏等情况时应及时修复，保持清洁完好。

有轨电车车厢内应为乘客提供照明、座椅、扶手杆、扶手拉环、广播、标志标识等服务设施，以及灭火器等安全设备设施，并设置安全警示标志、本线线路图等标志。

有轨电车公司制订车辆设备设施维护、维修、检查计划，对运营和服务设施定期检查，及时维修、更新，保持设备完好。运营单位应按照消防管理、事故救援的有关规定，在有轨电车设施内设置消防、防护、救援等器材和设备。

(2) 工作人员持证上岗。

有轨电车工作人员根据岗位要求持证上岗，按照国家和省、市有关规定，定期进行安全教育和岗位技能培训，考核合格后方可继续上岗。

(3) 掌握客流变化。

车站客运部门要经常进行客流调查与分析，积累客流资料，掌握不同时期、季节、时间和性质的客流变化规律。

(4) 搞好联劳协作。

客运作业人员应经常与列车司机、公安人员等有关工种作业人员加强联系，密切配合，协同工作，确保列车运行与乘客安全。

### 1.3.3 有轨电车运营管理模式

有轨电车运营管理的几种基本模式：

(1) BOT (Build-Operate-Transfer)，即建设—经营—转让，是指政府通过契约授予私营企业（包括外国企业）以一定期限的特许专营权，许可其融资建设和经营特定的公用基础设施，并准许其通过向用户收取费用或出售产品以清偿贷款，回收投资并赚取利润。特许权期限届满时，该基础设施无偿移交给政府。

(2) BT (Build-Transfer)，即建设—移交，是指政府经过法定程序选择拟建的基础设施或公用事业项目的投资人，并由投资人在工程建设期内组建 BT 项目公司进行投资、融资和建设。

政府在项目建成后从机构手中购回项目（可一次支付也可分期支付）。与政府借贷不同，政府用于购买项目的资金往往是事后支付，机构用于建设的资金可自己出但更多的是获取银行的有限追索权贷款。

（3）PPP（Public-Private-Partnership），即政府与社会资本合作，单从形式上看和 BOT 差不多，但 PPP 模式始终是站在全生命周期的角度论证，并且政府希望通过社会资本的专业知识来有效提高项目的收益（不仅是项目建设本身，还有运营的效率的提高，从而提高社会整体效益）。同时 PPP 的含义更为广泛，除了基础设施和自然资源开发，还可包括公共服务设施和国营机构的私有化等等。

沈阳浑南现代有轨电车项目是中国北车首个以工程总承包（BT）形式承接的现代有轨电车项目。

由于多数城市对有轨电车尚很陌生，在项目的实施过程中，地方政府在技术设计、施工组织、短期融资等方面存在许多实际困难，采用 BT 模式能够实现政企双赢。若采用传统的仅提供车辆的经营模式，中国北车仅能从此项目中获得价值 4.5 亿元的现代有轨电车销售订单，而采用 BT 模式，订单则增加近 10 倍。

淮安现代有轨电车项目采用与上海城建集团 BOT+股权转让的模式。政府将国有独资或国有控股的企业的一部分产权/股权转让给民营机构，建立和形成多元投资和有效公司治理结构，同时政府授予新合资公司特许权，许可其在一定范围和期限内经营特定业务。

### 1.3.4 国内有轨电车公司运营管理架构

#### 1. 珠海××现代有轨电车公司

珠海××现代有轨电车公司的组织架构，如图 1-7 所示。

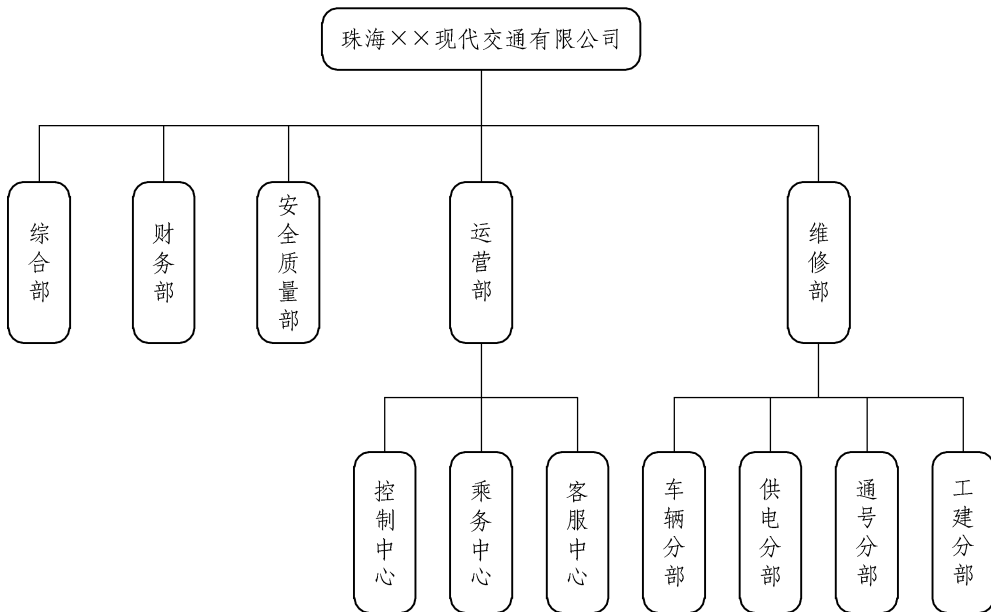




图 1-7 珠海××现代有轨电车公司组织架构

## 2. 武汉××现代有轨电车运营有限公司

公司机构设置宜精简高效，试运营阶段设置 6 个部门，分别为综合部、安技部、营运服务部、设备维保部、计划财务部、人力资源部。公司组织结构图如图 1-8 所示。

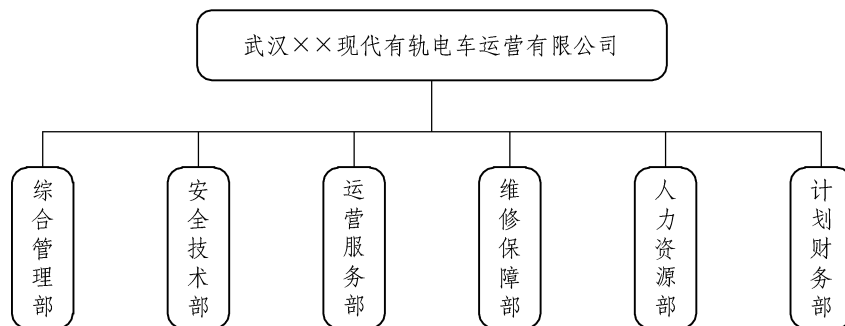


图 1-8 武汉××现代有轨电车运营有限公司组织架构

## 3. 苏州××有轨电车公司

苏州××有轨电车公司的组织架构，如图 1-9 所示。

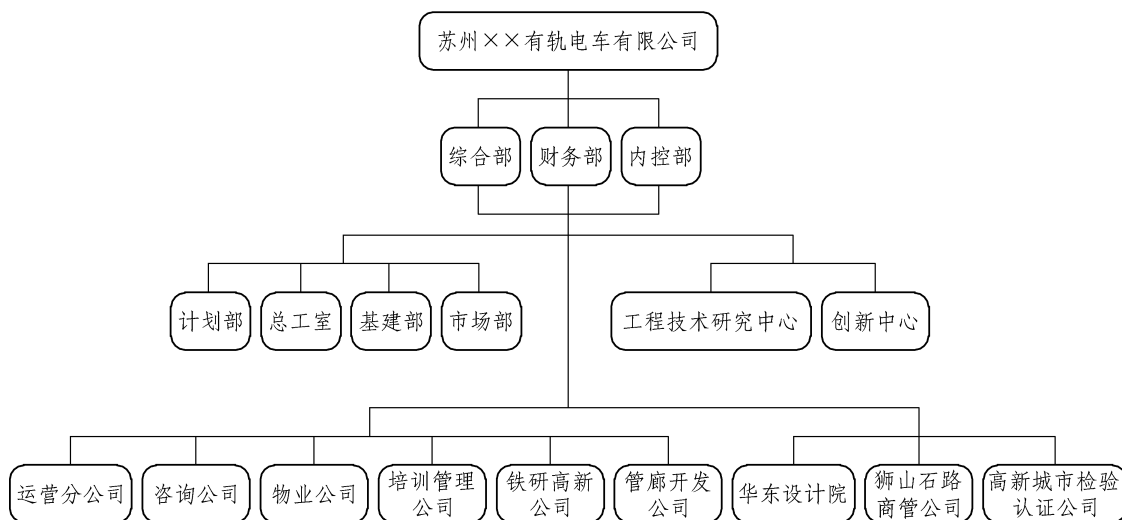


图 1-9 苏州××有轨电车公司组织架构

### 1.3.5 有轨电车公司客运组织运营管理架构

某市现代有轨电车经营有限公司为市管国有企业，公司下设党委办、纪检监察部、综合部、财务部、运营部、安技部、维保部、资产经营部 8 个职能部门，主要负责该市现代有轨电车一号线的维修、保养和运营管理工作。

有轨电车运营组织是运营企业为了有效完成乘客运输，通过计划、组织、指挥与控制过

程，运用人力、设备、和运能等资源所进行的一系列活动。其客运组织模式一般如图 1-10 所示。

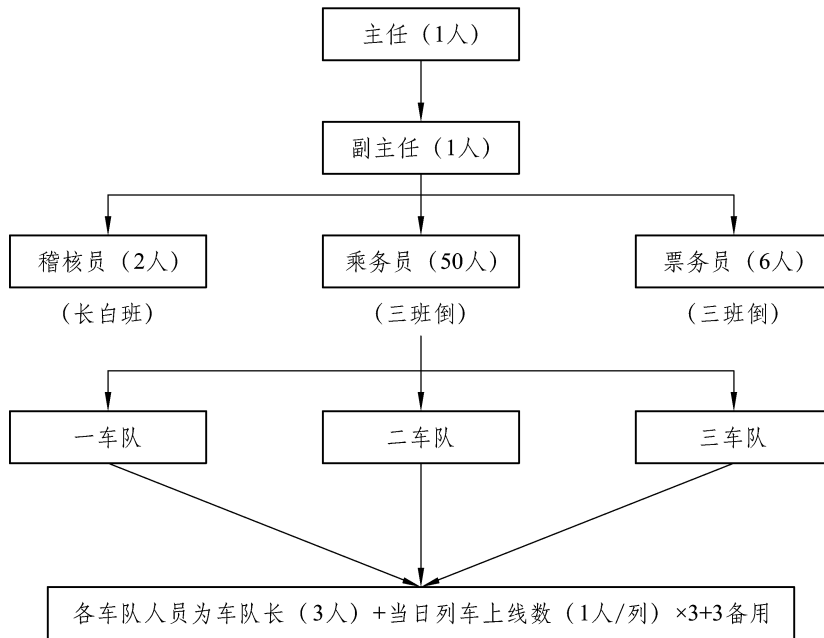


图 1-10 有轨电车运营企业客运组织模式

有轨电车正常运营情况时，由乘务员完成督票和服务工作。

## 2 车 站

### 2.1 线 路

#### 2.1.1 城市轨道交通线网结构

线网结构形式是指根据城市现状与规划情况编制的由线网中各条线路组成的几何图形。其形式一般与城市道路的结构形式相适应，但在选定时，首先应考虑客流主方向，并为乘客创造便利条件，以便吸引更多的乘客。由于城市轨道交通线路有专用轨道且建设投资费用高，所以城市轨道交通线路一旦建成，很难改变，将对城市发展产生重大而深远的影响。

线网结构形式布置是否适当，将直接影响线网建成后的经济效益、社会效益和交通服务质量。因此，在前期线网设计时，不仅要考虑各条线路的走向，更要考虑整个城市轨道交通线网的整体布局，即综合考虑线网的整体结构形式的合理性。从几何图形上考虑，线网主要分为如图 2-1 所示几种形式。

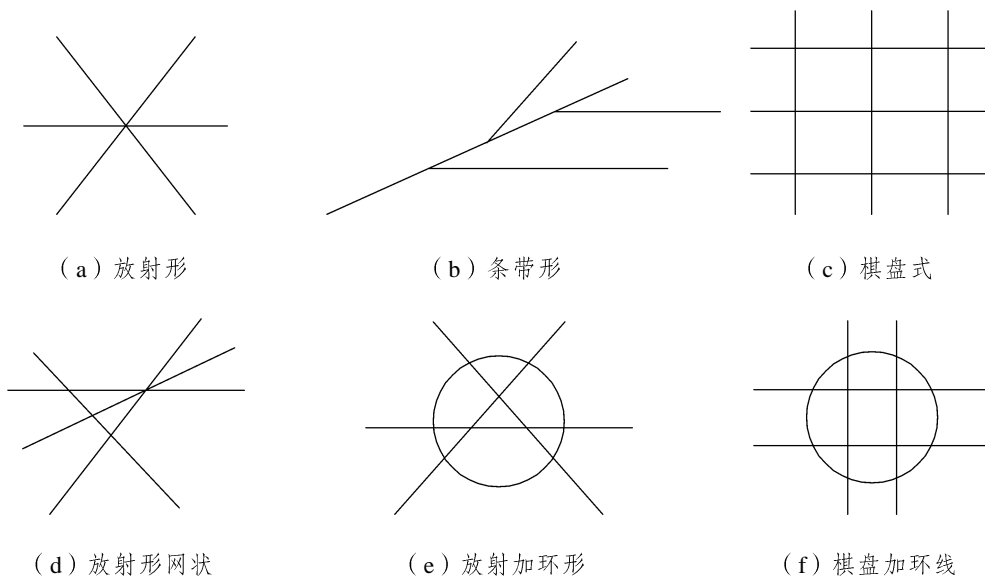


图 2-1 城市轨道交通线网形式

淮安市城市轨道交通线网包括市域轨道和城市轨道两个层次。市域轨道服务城市集中建设区与外围组团、重要交通枢纽及周边卫星城镇之间的出行，作为主、副城通勤交通的重要方式，增强城市集中建设区的对外辐射力。城市轨道作为城市发展的引导轴和组团联系的强

纽带，承担城市空间拓展和结构优化的功能，支撑和稳定淮安城市“双心三轴九组团”的空间结构。同时，城市轨道作为城市交通的主动脉，承担城市公共交通的主骨架作用。淮安市城市轨道交通线网基于“放射形+棋盘式”的架构模式，布设 5 条城市轨道交通线路，包括 3 条骨干线（1、2、3 号线）和 2 条加密线（4、5 号线），线网总规模为 134.6 km（见图 2-2）。

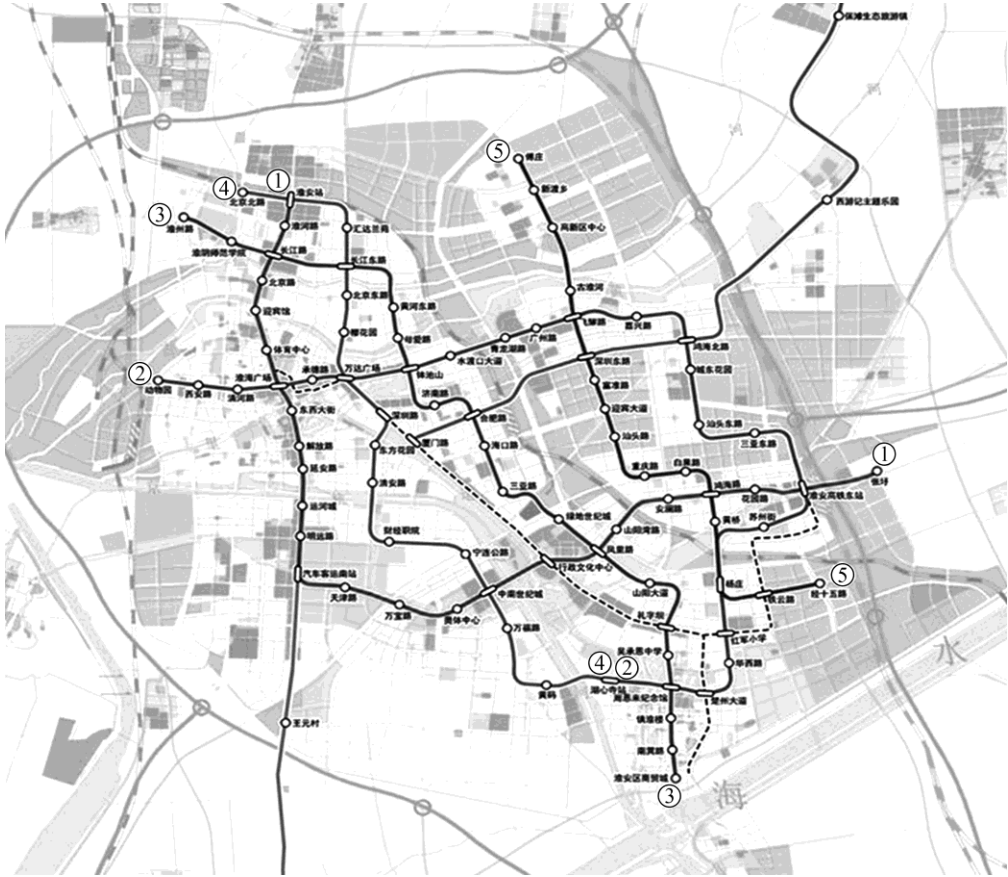


图 2-2 淮安市线网结构图

### 2.1.2 城市轨道交通线路种类

城市轨道交通线路按其运营中的作用，可分为正线、辅助线和车场线。

(1) 正线。正线是指贯穿所有区间和车站，供载客列车运行的线路。城市轨道交通正线是独立运行的线路，一般按双线设计，采用与我国城市街道一致的右侧行车制。

(2) 辅助线。辅助线是指为空载列车进行折返、停放、检查、转线及出入段作业而运行的线路，包括折返线、渡线、停车线、车辆段出入线和联络线等。

折返线是供列车在端点站或中间站进行列车折返使用。常见的折返线形式有尽端式折返、渡线折返和环线折返，如图 2-3 所示。

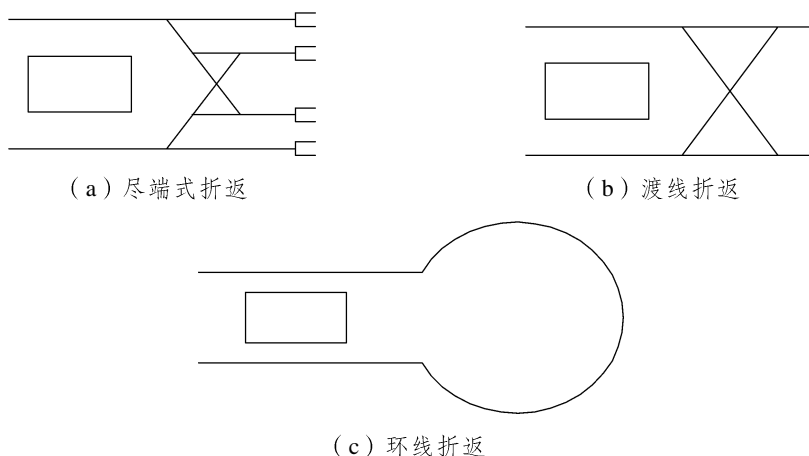


图 2-3 折返线形式

渡线是指在上下行正线之间（或其他平行线路之间）设置的连接线。停车站一般设置在端点站，专门供列车停车使用，也可进行少量检修作业。车辆出入段线为保证运行来列车的停放和检修，在轨道交通沿线适当的位置设置车辆段，车辆段与正线连接的线路。联络线是指在整个轨道交通线网中，设置在正线与正线之间，使同种制式线路可以实现列车过轨运行的线路。

(3) 车场线。车场线是指车辆段（车辆基地）内的各种作业线，具体包括专门用于检修车辆的检修线、用于对检修完毕的车辆进行运行状态检测的试车线、专门用于清洗车辆的洗车线等。

### 2.1.3 有轨电车线路布置形式

现代有轨电车系统车道布置方式按照其布置位置的不同可分为路中式、路侧式和双向同侧式 3 大类。布置方式直接影响有轨电车的运营速度及乘客运送效率，不同的布置方式适用于不同的情况，在具体布置时应根据城市实际情况灵活选择。

路中式（见图 2-4）：两条轨道线均敷设于道路中央，机动车及非机动车道布置于有轨电车两侧。

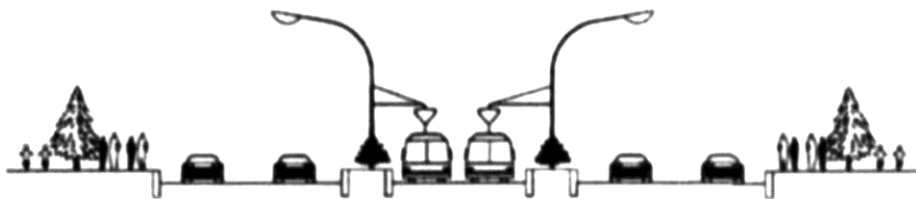


图 2-4 路中式布置形式

路中式优点为对机动车、非机动车及行人干扰小，两线距离近，折返距离短，速度快，两侧列车共用接触网支架，美观且造价低，远期道路拓宽条件较充足，路中管线少，有轨电车路基施工及远期管线扩容均影响小，有轨电车两侧不易积水，保证运营安全。缺点是站台布于道路中央，乘客上下车需横穿马路。

(2) 路侧式 (见图 2-5): 车道设置于机动车道外侧车道 (道路分主辅路时, 为主路外侧车道), 又称两侧式, 非机动车道设于道路最外侧。



图 2-5 路侧式布置形式

路侧式优点是便于与其他公交方式接驳, 缺点是折返时需要中断道路交通, 道路沿线路口车辆、行人与有轨电车间相互影响, 上下行线路分别设接触网立柱, 路侧管线多影响远期道路拓宽, 有轨电车两侧易积水, 不利于安全运营, 对侧的乘客上车需穿过整个马路等。

(3) 双向同侧式 (见图 2-6): 上下行的有轨电车置于道路同一侧, 适用于道路一侧为河流、公园用地的情况。



图 2-6 双向同侧式布置形式

双向同侧式优点: 两线距离近, 折返距离近, 速度快, 上下行线路可共用一排接触网立柱。缺点: 占用横断面大, 对道路一侧公交停车、路边停车及路侧开发建设影响大, 对道路分隔影响较大, 路侧管线多影响远期道路拓宽, 两侧易积水, 不利于安全运营。

各城市应从沿线既有道路改造、有轨电车系统升级、道路交通组织、乘客及行人交通组织等几个方面分析比较有轨电车布设方式, 选择最合适的线路布置形式, 以提高有轨电车运营的安全性。

#### 2.1.4 有轨电车线路敷设方式

一般情况下, 为节约建设和运营成本, 现代有轨电车系统一般采用地面线路。通常在与交通干道交叉、机动车流量特别大的情况下以及线路跨河或工程需要时, 考虑立体交叉设置为高架线路。根据各城市的地域性也会设置地下线路。

以苏州高新区有轨电车 T2 (见图 2-7)、T3 (见图 2-8) 线和 3 号线为例, T2 线, 线路全长 18.5 km, 以地面敷设方式为主, 过浒关运河、京杭运河等河道处采用桥梁方式上跨。科正路站一阳山西路站区间采用高架线方式上跨绕城高速; 文昌路段 (虎踞路站一大同路站区间) 为避免与道路平交对交叉路口的影响, 采用高架线的敷设方式。

T3 线, 线路长度为 9.0 km, 以地面敷设方式为主, 局部因跨越河道或工程需要采用高架方式。

苏州有轨电车 3 号线 (1 号线延伸线) 全长约 10.294 km, 共设站 13 座, 其中地下站 3

座（见图 2-9），即有纵三路、贡山路 2 个地下区间，并设有 3 座地下车站，即石帆站、绣品街北站和纵三路站。



图 2-7 T2 线线路图



图 2-8 T3 线线路图



图 2-9 3 号线地下车站

## 2.2 轨道交通车站的作用与分类

### 2.2.1 车站的作用

车站是城市轨道交通系统最重要的组成部分，是乘客上下车、换乘的场所；也是列车到发、通过、折返、临时停车的地点；还是运营管理人员主要的工作场所。车站的选址、布置和规模不仅影响运营效益，而且关系到城市的运转。

### 2.2.2 车站的分类

现代有轨电车车站形式主要根据线路的走向、敷设方式以及站位周边的环境，并综合考虑车站的功能需求确定。车站的分类可根据站台形式和车站敷设方式两种情况进行分类。

按照站台的布置形式，一般分为岛式站台车站和侧式站台车站两种类型，岛式站台又分为标准岛式站台和分离岛式站台，侧式站台又分为标准侧式站台和分离侧式站台。

#### (1) 标准岛式车站。

标准岛式站台又称为整体岛式站台（见图 2-10），这种布置形式的站台布置在上下行线路的中间，上下行整合为一个站台，站台宽度一般不小于 5 m。岛式站台两侧均可停车，站台较宽、面积较大，且对道路占用较多，适用于道路断面条件较好，道路红线较宽的路口设置。

标准岛式站台优点是站台面积利用率高，便于集中管理，能有效平抑潮汐客流的影响，站台宽度比两个侧式站台总宽度小，乘客中途折返方便，不影响未来路口拓宽。缺点是当站台两侧车辆到站同时上下客时，上下行客流干扰较大，会产生一定程度的客流交叉干扰，车站两端轨道之间绿化带宽度较大，路段占用道路资源较多。

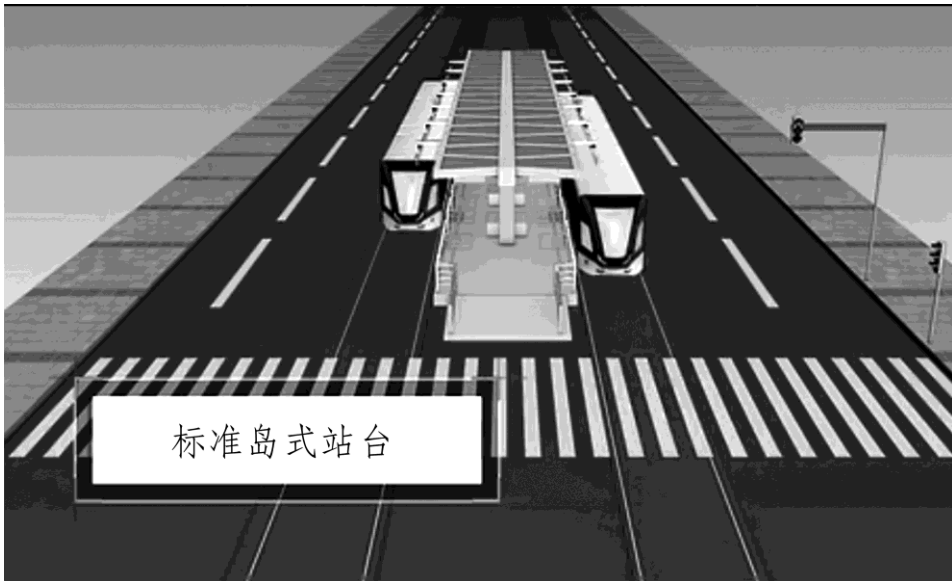


图 2-10 标准岛式站台



### (2) 分离岛式站台。

分离岛式站台（见图 2-11）是指站台位于上下行之间，并在路口前后分开布置，车辆仅能单边停靠，一般不小于 3 m。

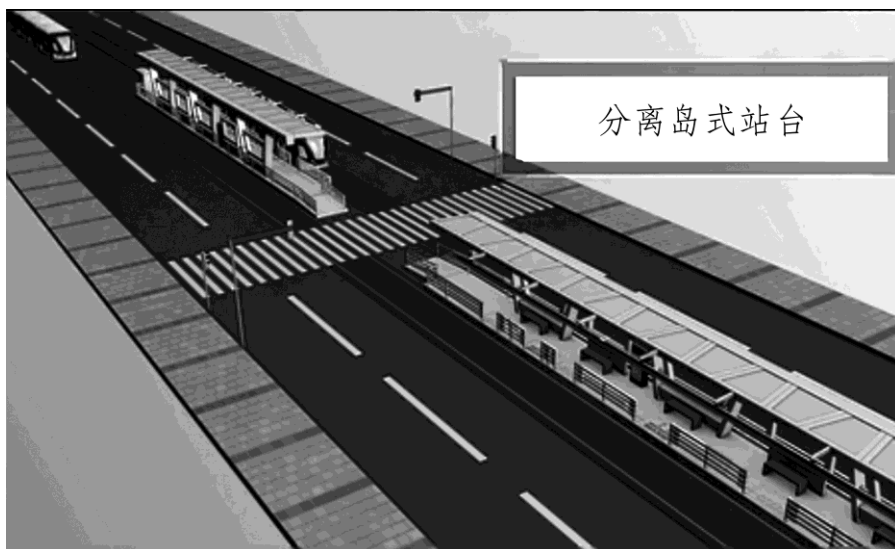


图 2-11 分离岛式站台

分离岛式站台优点是占用道路资源较为分散，轨道之间占用绿化带宽度较小，路段不用缩减绿化带宽度，上下行线人流分开，使用时舒适度较大，不影响未来路口拓宽。缺点是当发生潮汐客流时对车站的压力较大，车站设备和管理需要两套系统，增加投资和营运成本，不方便乘客中途折返乘车。

### (3) 标准侧式站台。

标准侧式站台又称为对位侧式站台（见图 2-12），是指站台设置在有轨电车车道两侧，而且上下行车站在路口的同一侧，站台宽度一般不小于 3 m。

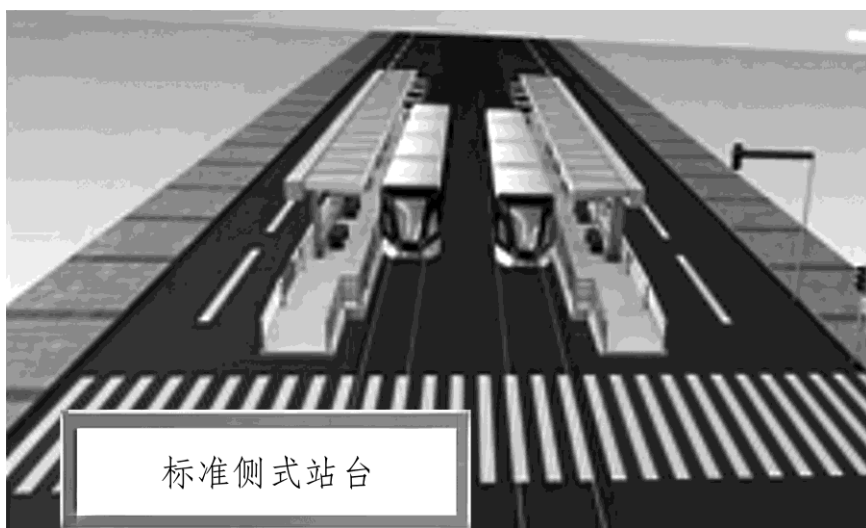


图 2-12 标准侧式站台

标准侧式站台优点是路段轨道之间绿化带宽度减小到最小，占用道路资源较少，便于设置人行天桥和过街地道。缺点是较整体岛式不方便乘客的中途折返，站台处占用路幅宽度较大。

#### (4) 分离侧式站台。

分离侧式站台又称为错位侧式站台（见图 2-13），是指站台位于上下行两侧，并在路口前后错开布置，站台宽度一般不小于 3 m。

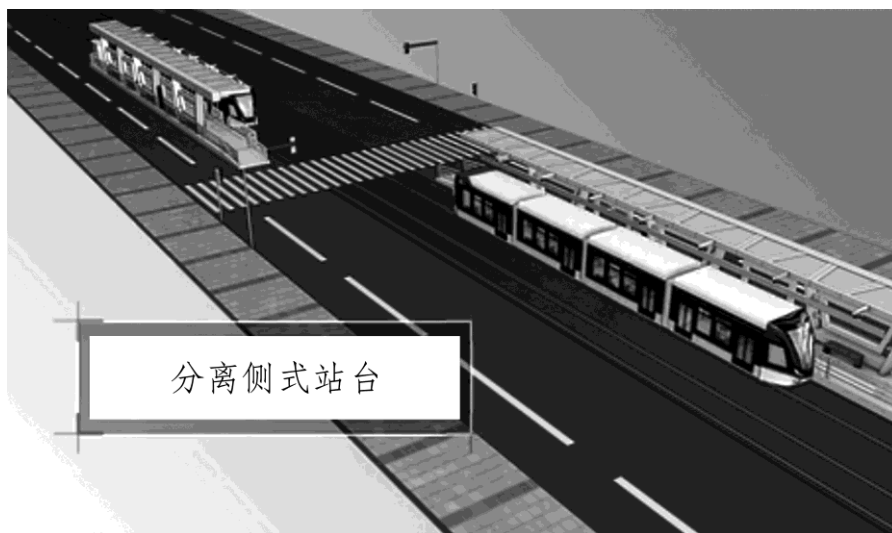


图 2-13 分离侧式站台

分离侧式站台优点是在路口处占用道路宽度最少，路段轨道之间绿化带宽度减小到最小，上下行线人流的分离、占用道路资源最少，适用于道路资源紧张路段。缺点是不方便乘客的中途折返。

根据敷设方式的不同，有轨电车车站可分为地面站、高架站和地下站。

(1) 地面站。有轨电车是一种与道路结合很紧密的中运量交通，车站多采用地面站的形式。地面车站工程量小、结构简单、乘客进出站方便，且不需要增加环控防灾设备，在节能环保方面有较大的优势。

(2) 高架站。有轨电车的高架站规模通常较小，只设置站台层，不设置站厅层。高架站对道路影响较小，但土建规模、造价等均高于地面站，因此一般主要结合线路上跨道路、河道设置或者结合枢纽、车场等功能进行设置。如香港轻铁屯门站，就是结合西铁站设置的跨屯门河的高架车站。

(3) 地下站。地下站工程难度大，需要配备环控和防灾设备，建设和运营成本均较高。此外，地下车站一旦建成，很难进行改扩建，不适应有轨电车多交路、灵活运营组织的特点，因此较少采用。

## 2.3 轨道交通车站的组成及作用

车站是有轨电车系统的重要组成部分，通过车站供乘客集散、候车、上下车，供列车停

靠，完成运送乘客的任务。

有轨电车车站（见图 2-14）的主要建筑就是带雨棚的站台，雨棚与广告牌合并设置，与公共汽车的站台设施基本一致。除此之外，车站还包括连接通道、护栏及各种客运服务设备设施。



图 2-14 有轨电车车站

（1）站台。站台是供乘客候车及上下车的场所，站台的建设规模取决于线路远期高峰小时客流量，一般要求标准岛式站台站台宽度不小于 5 m，分离岛式站台、标准侧式站台和分离侧式站台的站台宽度不小于 3 m，站台边缘处设置黄线，划分城市候车的安全区域，引导乘客站在黄线外候车。

（2）连接通道。连接通道是引导乘客进入站台和离开站台的区域。乘客可通过人行通道（见图 2-15）进出站也可以通过地下通道（见图 2-16）或高架通道进出站，通道必须保障有足够的宽度以满足紧急情况下乘客疏散的要求，还应设置保证残疾人、老年人等特殊乘客通行安全和便利的无障碍设施及无障碍通道。

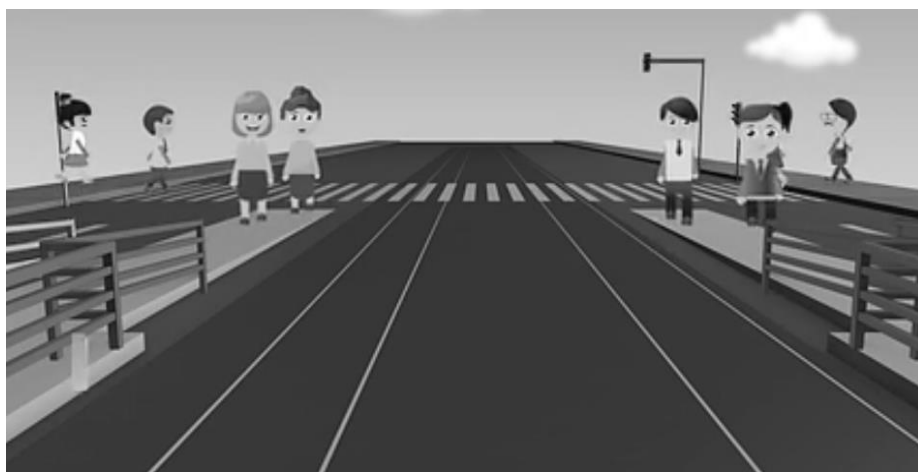


图 2-15 人行通道



图 2-16 地下通道

(3) 雨棚。有轨电车车站宜设站亭，一般为开敞式候车棚，也可根据有轨电车所在地区的气候条件、车站周边环境等因素综合考虑候车亭的设置要求，如炎热与寒冷地区可考虑设置封闭式站亭。车站候车棚距站台装修面高度应不小于 3 000 mm，候车棚边缘距线路中心线的距离应满足限界的要求。同时，候车站亭的设计要满足交通建筑易于辨识、视线通透的特点。有轨电车车站的雨棚设置于站台上方，可为乘客遮挡阳光和雨雪，能够起到改善乘客候车环境的作用。雨棚通常与广告牌合并设置，可用于张贴广告或宣传语等。

(4) 护栏。有轨电车车站的护栏起到隔离站台公共区与轨行区的作用，防止乘客掉下站台，保证乘客候车安全，从而提高运营安全系数。有些车站的隔离栏杆也可起到分离上客区和下客区的作用。

(5) 车站客运服务设备设施，主要包括设置在站台上的导向标志、座椅、消防系统、乘客信息服务系统、自动售票机、自动检票机等，目的是提高运营效率及服务质量。

## 2.4 轨道交通车站的布局原则与基本布局

### 2.4.1 车站的站位选择

车站位置的选择，对实现现代有轨电车快速、准时、便捷、安全等优势至关重要。按照用地性质以及周边土地开发强度来说，车站宜设置在客流集中的地方，如商业区、大型办公区域、展览中心、文化及休闲娱乐中心、主要住宅区等。同时，站位的选择还应该有利于现代有轨电车系统的实施，尽量减小其对现状道路交通造成的影响，方便沿线乘客乘车及换乘。

车站的设置位置有路段设站和交叉口设站两大类，其中交叉口设站又分为交叉口进口道设站和出口道设站两种情况，下面将分别进行介绍。

现代有轨电车站位选择通常有两种方式，即路段设站和交叉口一侧设站，站位的选择应有利于现代有轨电车的运营、道路的交通组织、与其他公交方式的接驳等。

路段设站又称为路中式车站（见图 2-17），车站位于路段中间，其缺点较为明显，车站处占用的道路资源较多，对机动车流的影响大；乘客到达车站需要特殊的过街设施。因此，路中式车站应用较少，一般应用于以下情况：（1）有轨电车专用路，线路两侧即为人行道，车站位于人行道之上；（2）较大的客流集散点，有设站的必要性，且该路段长度很长，车站范围内没有交叉口。



图 2-17 路段设站

交叉口设站又称为路端式车站（见图 2-18），是指车站位于交叉口处。与路段设站相比，交叉口处的道路一般都有增加进口道、交叉口加宽等既有措施，因而交叉口设站无须拓宽交叉口即可满足车站的道路用地，同时乘客利用交叉口行人过街设施即可到达、离开车站。路段设站与交叉口设站的综合比较如表 2-1 所示。



图 2-18 交叉口设站

表 2-1 路段设站与交叉口设站比较

比较项目	路段设站	交叉口设站
对现代有轨电车的运营	无影响	无影响
对道路的交通组织	车站处需设置人行信号灯，影响道路通行能力	利用道路交叉口处信号灯组织乘客进出车站
与其他公交方式的接驳	与其他公交换乘距离远，服务水平低	与其他公交换乘距离近，服务水平高

通过以上分析可知，现代有轨电车的车站设在道路交叉口处更有利于提高服务水平，方便与其他公共交通换乘，对道路通行能力影响较小，所以现代有轨电车的车站一般设置于道路交叉口。

## 2.4.2 车站的设计原则与基本布局

有轨电车车站应满足以下设计原则。

(1) 一致性原则。车站选址要与城市规划、城市交通规划及轨道交通路网规划的要求相一致，以满足远期规划的要求。

(2) 适用性原则。车站选址要综合考虑该地区的地下管线、工程地质条件、地面建筑物的拆迁及改造的可能性等情况；设计应能满足远期高峰小时客流集散量和运营管理的需要，应具有良好的外部环境条件，最大限度地吸引乘客。

(3) 协调性原则。车站总体设计要注意与周围环境相互协调，如与城市景观、地面建筑规划相互协调。

(4) 安全性原则。车站要有足够宽的疏散通道，具有指示牌及防灾设施等。

(5) 便利性原则。车站站位应尽可能靠近人口密集区和商业区，最大限度方便乘客出行。

(6) 识别性原则。车站设计应体现现代交通建筑的特点，简洁、明快、大方并易于识别，同时车站及车辆线路都要有明显的特征和标志。

(7) 舒适性原则。车站的设计要以人为本，有舒适的候车环境和现代的视觉观感，并解决好卫生等问题。

车站的布局应简单明确，依据站内结构及设施配置情况对客流进行合理的组织，避免和减少进出站客流的交叉，合理布置客运服务设备设施。

有轨电车车站应以地面站为主，高架站和地下站为辅，宜为开敞式，不设设备及管理用房，起点站和终点站可根据需要设置少量设备及管理用房。在设有少量设备及管理用房的起终点站，管理用房区和公共区应分区明确、合理组合、互不干扰，并满足相应的功能要求。

车站有效站台长度应不小于远期列车编组长度加停车误差；站台应设置满足乘客候车所需的扶手、座椅、候车棚、信息指示牌、自动售票机等相关设施。高架和地下车站应设楼梯连接站台和地面，必要时也可采用坡道、自动扶梯等设施连接地面；侧式站台宽度应大于等于 3 m，岛式站台宽度不应小于 5 m，位于机动车道路中间地面站，站台宽度可适当减少，车站规模应满足远期高峰小时预测客流集散量和运营的需要，还应满足事故发生时乘客紧急疏散的需要。

在客流量较大的换乘站和起终点站，进出站客流流线应尽量简单明确，避免客流交叉干

扰，换乘客流与进出站客流应尽量分开，乘客购票及使用公共设施时不应妨碍客流通行。换乘站应根据远期客流要求、工程分期实施的条件、近远期结合，合理选择车站形式、换乘方式及其规模，为乘客创造良好的换乘条件。

地面车站应采用无障碍坡道连接车站站台和城市道路的无障碍系统。高架和地下车站应至少有一处出入口设置无障碍电梯，满足无障碍进出车站的需要。其位置应交通方便、少干扰，并与周围城市无障碍交通系统衔接，以便使用和统一管理。

地面及高架车站的灯具应节能、耐久、防尘、抗风，并便于维修更换和清洁保养；车站装修应采用防火、防潮、防腐、耐久、易清洁、安全的环保材料，并便于施工与维修，地面材料应防滑；车站内和车站外 500 m 范围内，应有统一的导向标志；车站内的各种标识和广告，应有统一规格和造型，且安装位置适当，并与车站建筑装修融为一体，标识系统的设置应优先于广告。

