



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

线路设计

第八章

主讲：牛红凯

目录



在线开放课程

- 8.1 概述
- 8.2 选线设计
- 8.3 线路平、纵断面设计
- 8.4 辅助线路设计

8.1 概述

- 城市轨道交通线路的空间位置由线路平面和线路纵断面所决定。城市轨道交通线路设计的任务是在线网规划的基础上，对拟建的城市轨道交通线路走向及其平面和纵断面位置，通过不同的设计阶段，由浅入深进行研究和设计，确定城市轨道交通线路在城市三维空间的准确位置。
- 线路设计的基本要求是保证行车安全、平顺，并且使整个工程技术在技术上可行，经济上合理。
- 本节主要介绍城市轨道交通选线设计、线路平面设计、线路纵断面设计等基本原理及一般方法。

8.2 选线设计

- 选线就是选择城市轨道交通的行走路线，包括确定线路走向、车站分布、辅助线分布、线路敷设方式等的选择。选线分为经济选线和技术选线。

8.2 选线设计

- 经济选线：

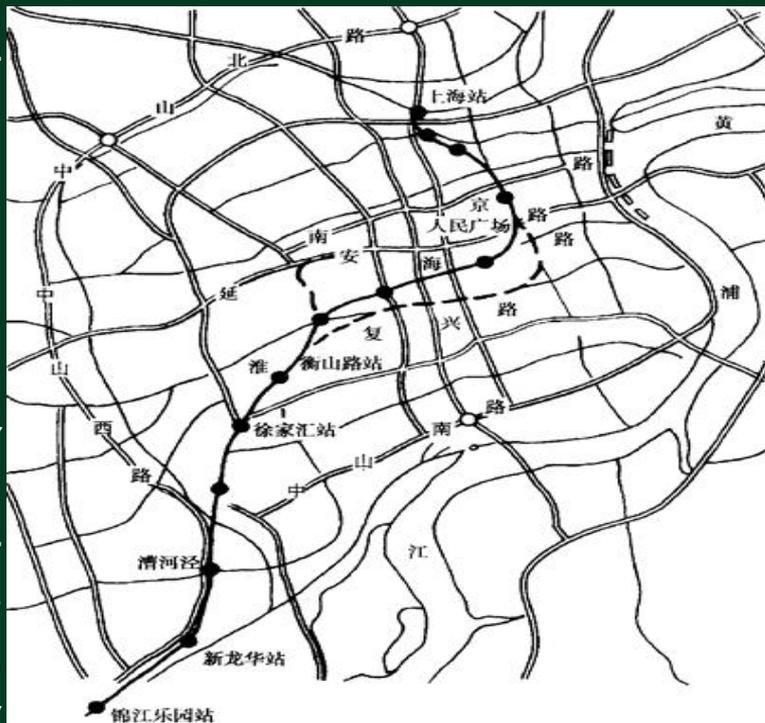
经济选线就是选择行车线路的起始点和经过点。

线路起始点往往选择在换乘量大的处所，如火车站、长途汽车站、码头、飞机场、城郊结合部等。同时需要考虑轨道交通车辆段的位置。

线路经过点（中间站）在线路中数量最多，也最为通用。中间站大多设在大型客流集散点，如商业区，文化生活区以及工业区等。居民出行的调查资料和公交客流资料可以作为该项选线的重要依据。

8.2 选线设计

- 为了最大吸引程度的吸引客流，在经济选线时往往放弃控制点间的最短路由方向。例如上海地铁1号线一期工程衡山路至人民广场间长约5km，有复兴路、淮海中路和延安路3条路由可选，以复兴中路方案为最短，施工干扰小，但最后选定淮海中路方案，理由是淮海中路是繁华商业街，吸引客流比复兴中路大50%，见右图。



8.2 选线设计

- 线路敷设方式选择：

在城市中心区，往往建筑密集，道路狭窄，交通拥挤，环境及地面景观要求严格保护，为了减少建设中的困难，降低噪声和振动等对城市的影响，轨道交通宜设置在地下。

在市郊结合部和郊区，由于地面建筑稀少，路面宽阔，应以高架桥和地面线路为主，以减少工程造价。

城市间、城市与卫星城之间的快速客运轨道交通应以地面线为主。设在地面的线路应充分考虑线路封闭给地面带来的隔离影响。

8.2 选线设计

- 技术选线：

技术选线是按照行车线路，结合有关设计规范要求，落实线路的位置。其要点是先定点，后连线，点线结合。

8.2 选线设计

- 定点：

定点就是选定车站的位置。两条轨道交通线路交叉时，应在交叉点上设乘客的换乘站；轨道交通与城市主要交通干道交汇处，为了便于乘坐城市其它交通工具的乘客方便换乘地点，也应设站。城市的政治、经济、文化中心，有较大客流集散处，如大型交叉口、商业区的中部或两端、公园、影剧院、体育场出口附近应该设站。

8.2 选线设计

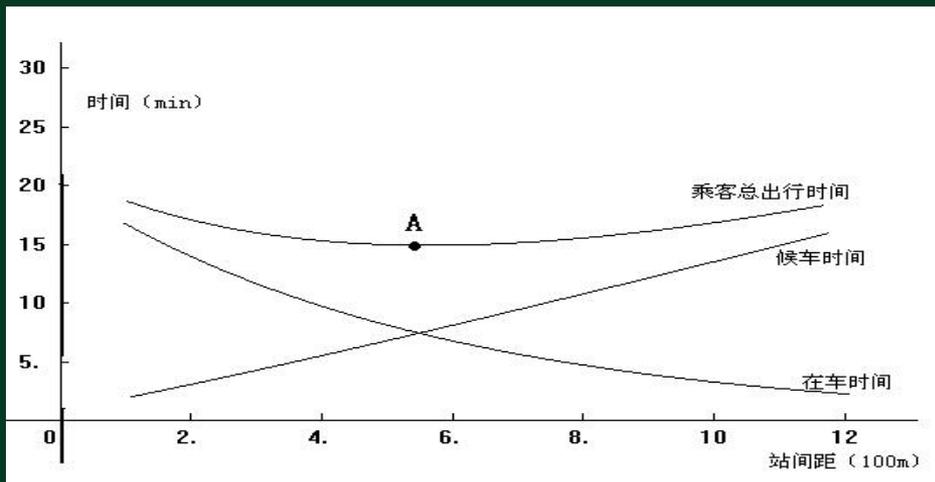
- 定线：

车站定出后，再研究线路的连接和线路的平面位置。有时线路为了迁就站位，可适当降低标准；有时将站位稍加调整，线路状况就有较好的改善，这就是所谓的“点线结合”。

8.2 选线设计

- 站间距设定：

车站之间的距离应根据具体情况设定。站间距太短会降低运营速度，增大能耗和配车数量，多设车站还会增加工程投资。站间距太大，会使乘客感到不便，特别是对步行到车站的乘客尤其如此，而且也会增大车站的负荷。



8.2 选线设计

- 站间距设定：

我国《城市快速轨道交通工程项目建设标准（试本）》中规定：“车站间距应参照城市道路布局和客流吸引范围而定。在市中心区宜为1km左右，在市区外围宜为2km左右”。

表1 我国已建成地铁平均站间距离（m）

城市名称	线 别	线路运营长度（km）	车站个数	平均站间距离（m）
北京	1号线西段	16.87	12	1534
北京	环线	23.01	18	1278
北京	复八线	13.5	11	958
上海	地铁1号线（一期）	16.1	13	1200
上海	地铁2号线（一期）	13.5	10	1277
上海	明珠轻轨线	24.975	19	1307
广州	地铁1号线	18.47	16	1086
广州	地铁2号线	23.21	20	1105
天津	一期工程	7.4	7	1100

8.3 线路平、纵断面设计

- 线路平、纵断面设计需要收集的技术基础资料：

(1) 城市规划类

主要包括：城市总体规划，分区规划，城市轨道交通线网规划，客流预测，大型交通枢纽点规划，道路规划红线，规划管线，规划人防设施等。

(2) 现状资料

包括：现状地形图，工程地质及水文地质资料，水文气象资料，文物保护及建筑物资料，主要构筑物及基础资料，市政及人防设施资料等。

(3) 工程前期研究资料

包括：（预）可行性报告及批件，各级政府对工程的会议纪要、批示，规划部门的规划意见等。

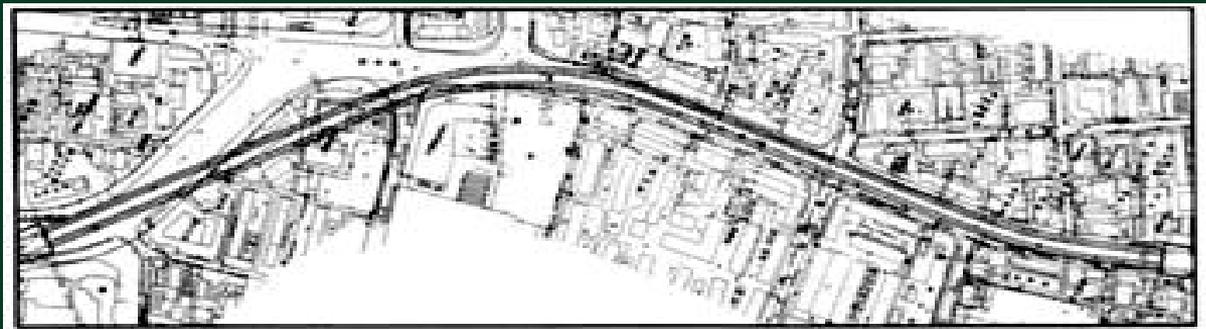
(4) 其他相关资料

包括车辆技术参数资料，既有线运营技术经济指标及客流统计资料，既有线主要技术标准等。

8.3 线路平、纵断面设计

- 线路平面设计：

轨道交通系统线路平面设计是在确定线路路由的情况下，对线路的平面位置、车站的站位进行详细分析，结合相关技术标准和规范进行计算后，最终确定线路平面的准确位置。



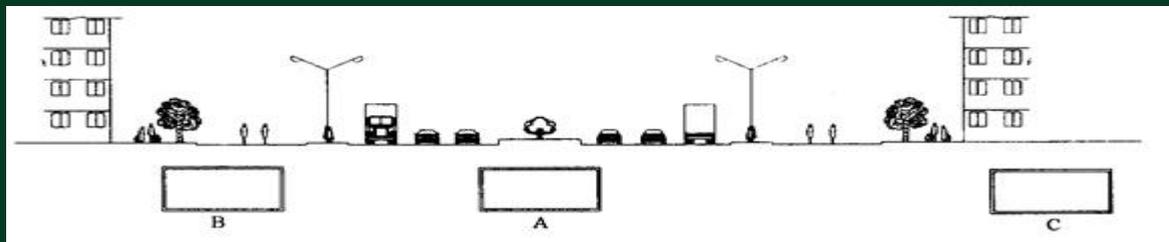
8.3 线路平、纵断面设计

- 线路平面位置——地下线：

A位：线路位于道路中心，它对周围建筑物干扰较小，施工相对容易，是较为普遍采用的一种线路位置，但若采用明挖法施工时，对道路交通干扰较大，不如B位。

B位：线路位于规划的慢车道和人行道下方，施工时能减少对城市交通的干扰和对机动车路面的破坏；不过，由于B位靠建筑物较近，市政管线较多且线路不易顺直，设计中需结合站位统一考虑。

C位：线路位于道路规划红线以外，是在特殊情况下采用的一种线路位置，如果线路上方建筑物较多，施工时需采用特殊的处理方法或带来较大的拆迁量。



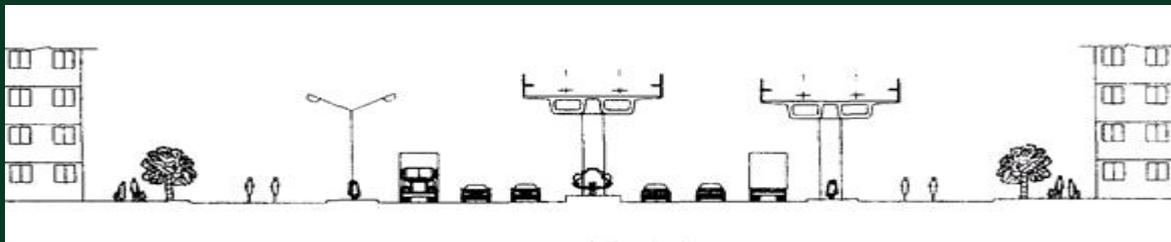
8.3 线路平、纵断面设计

- 线路平面位置——高架线：

高架线在城市中穿越时一般沿道路设置，应结合规划道路的横断面考虑，设于车行道分隔带上，一般有两种方案：

A：线路位于道路中心：该方案对道路景观较为有利，环境干扰也相对较小，是采用较多的一种线路型式；

B：线路位于快慢车分隔带上：改方案对一侧建筑物干扰小，但对另一侧干扰大，适用于道路两侧环境要求不一样的地区。



8.3 线路平、纵断面设计

- 线路平面位置——地面线：

在城市道路上设地面线，一般有两种位置：

- A：位于道路中心带上，可保证道路两侧街区车辆右行方向出入，对城市交通及环境干扰小，它不足之处是两侧乘客均需通过天桥或地道进入车站。
- B：位于快车道一侧，可减少道路改移量，但快车道另一侧需建辅路，增加了道路交通管理的复杂性。



8.3 线路平、纵断面设计

- 车站站位设置：

- (1) 跨路口站位

这种站位便于各个方向的乘客进入车站，减少了路口人流与车流的交叉干扰，而且与地面公交线路可有良好的衔接。

- (2) 偏路口站位

这种站位偏路口一侧设置，在施工时可以减少对城市地面交通以及对地下管线的影响。缺点是路口客流较大时，容易使车站两端客流不均衡。

- (3) 位于道路红线以外站位

在火车站、大型商业设施等内部设站，以更大限度的吸引客流。

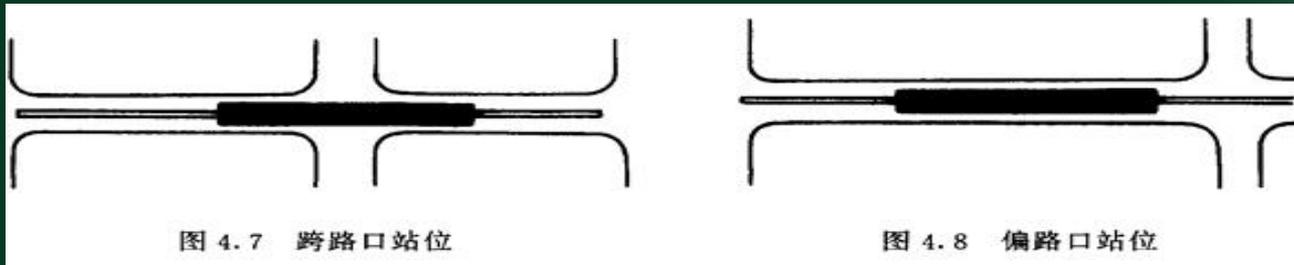


图 4.7 跨路口站位

图 4.8 偏路口站位

8.3 线路平、纵断面设计

- 平面设计技术标准选择

城市轨道交通线路平面由直线和曲线组成，曲线又由中间的圆曲线和两端的缓和曲线构成。曲线半径是线路平面设计中需要选择的主要技术标准。过小曲线半径的线路存在许多缺点，如需要较大的建筑接近界限、加速轮缘和轨道的磨损、增加噪声和振动公害、限制行车速度等，但在两个车站间的轨道线路上，曲线是不可避免的。曲线半径应按照规范或公式计算选取。



8.3 线路平、纵断面设计

- 地铁线路最小曲线半径的确定：

最小曲线半径是修建地铁的主要技术标准之一，它与地铁线路的性质、车辆类型、行车速度、地形地物条件等有关。最小曲线半径选定的合理与否，对地铁线路的工程造价、运行速度和养护维修都将产生很大影响。按我国《地下铁道设计规范》规定，线路平面最小线路半径可按下表选用。

表2 最小曲率半径

线 路	一般情况	困难情况
正线	300	250
辅助线	200	150
车场线	110	80

8.3 线路平、纵断面设计

- 轻轨线路最小曲线半径的确定：

轻轨运营速度低，车辆性能、养护和维修的困难程度与地铁线路有区别，因此轻轨高架线和地面线对曲线半径、缓和曲线长度、外轨超高值等要求标准较地铁线路适当降低。正线上最小半径一般不小于100m，困难条件下不小于50m，特殊困难条件下个别半径可取25m，但该种情况下必须采用特殊设计的车辆。为了减少轮轨的磨损，降低噪声、提高运行速度，在地形地物不受限制地段，曲线半径选择应尽可能大些。

8.3 线路平、纵断面设计

- 缓和曲线设置：

为了保证列车运行的平顺，满足曲率过渡、轨距加宽和超高过渡的要求，保证乘客舒适安全，在正线上当曲线半径等于或小于2000m时，圆曲线与直线间应根据曲率半径和行车速度按设置缓和曲线。缓和曲线可以是放射螺旋型、三次抛物线型。

圆曲线的最小长度不应小于15m，相邻曲线间的夹直线的长度，在有缓和曲线时，也不小于15 m。缓和曲线的最小长度为20m。上述长度主要根据单节车辆的全轴距确定，我国地铁车辆全轴距约为20m，曲线、夹直线等长度大于该标准，可能会出现一节车厢同时跨越两个圆（缓和）曲线的情况，影响旅客舒适及行车安全。

8.3 线路平、纵断面设计

- 线路纵断面设计

线路的纵断面设计是在平面设计的基础上进行，同时又可对平面设计进行检验和调整，它最终确定线路在城市三维空间的位置。线路纵断面设计考虑的主要因素包括：

- (1) 地下线结构顶板覆土厚度
- (2) 地下管线及构筑物
- (3) 地质条件
- (4) 施工方法
- (5) 排水站位置
- (6) 桥下净高（高架线）
- (7) 防洪水位

8.3 线路平、纵断面设计

- 进行纵断面方案设计时应注意以下几点：
 - 坡段应尽可能长，以保证列车安全平稳地运行，提高乘客的舒适度。
 - 尽量设计成节能坡道，即车站位于纵断面高处，区间位于低处，车站之间形成凹形坡，以便于列车运行时节省能源。
 - 左右线坡道的设计应根据区间结构型式确定，当两线位于同一隧道时，左右线坡度应一致。
 - 车站站台和道岔范围内不应设置竖曲线，竖曲线也不应与平面缓和曲线重叠。



8.3 线路平、纵断面设计

- 纵断面设计技术标准选择：
- 我国地下铁道正线规范规定最大坡度宜采用30‰，困难地段可采用35‰，辅助线的最大坡度宜采用40‰。
- 高架轻轨线按我国轻轨样车技术条件规定正线的限制坡度为60‰。
- 隧道内的最小坡度主要为了满足纵向排水需要，一般不小于3‰。
- 车场线设在不大于1.5‰的坡道上，较大的坡度停车不稳，易发生溜车的危险事故。
- 为了便于道岔的养护与维修，道岔应铺在较缓的坡道上。一般规定设在不大于5‰的坡度上。
- 坡段最小长度不短于列车编组长度，同时保证两竖曲线间夹直线不小于25m。对于大坡道，由于牵引力的限制，要求60 ‰坡道限长500m，50 ‰坡道限长1000m，小于50 ‰坡道不限。

8.3 线路平、纵断面设计

线路过渡段的处理：

轨道交通线路由地下过渡到地上，一般有以下几种处理方式：

(1) 在道路红线以外开口

这种方式一般是结合城市规划，与街区改造同步实施，以避免大量的拆迁，但它建成运营后对周围环境影响较大，需采取减震降噪措施，一般在环境要求不高的地段采用。



8.3 线路平、纵断面设计

(2) 在道路中间开口

这种方式是在道路中间设置过渡段，可分为双线同时出洞和单线先后出洞两种型式。

双线出洞型式占用道路路幅宽度较大，但影响道路长度较短，适宜路幅较宽的地段，是经常采用的一种出洞方式。

单线出洞是为了解决路幅较窄提出的一种过渡方式，但它占用道路纵向距离长，有时需跨路口，工程也较为复杂，是在特殊情况下采用的一种方法。



8.3 线路平、纵断面设计

- 单轨交通系统爬坡能力较强，线路最大坡度可达到250%，能够适应复杂地形的要求。

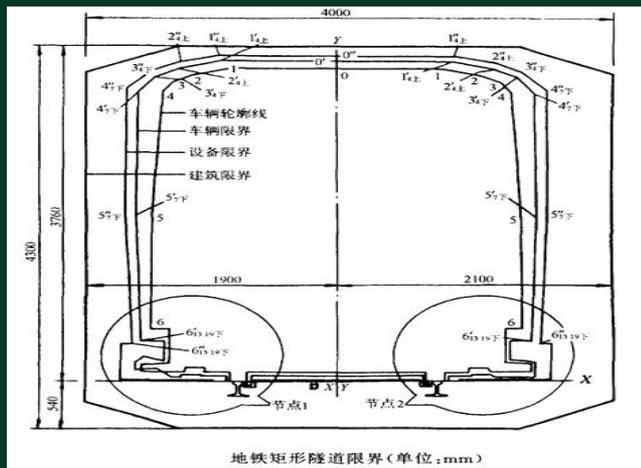


8.3 线路平、纵断面设计

- 城市轨道交通限界（横断面设计）：

限界是指列车沿固定的轨道安全运行时所需要的空间尺寸。限界约大，安全度越高，但工程量和工程投资也随之增加。因此合理确定限界，既要考虑保证列车运行的安全，又要考虑系统建设成本。

根据轨道交通系统的构成和设备运营要求，限界可以分为**车辆限界**、**设备限界**、**建筑限界**、**接触轨和接触网限界**。限界根据车辆外轮廓尺寸及轨道特性等因素综合确定。



8.4 辅助线路设计

- 线路分类：
城市轨道交通按其运营中的地位 and 作用可划分为正线、辅助线和车场线。
- 正线是车辆载客运营线路，行车速度高、密度大，要保证行车安全和乘坐舒适，线路标准要求较高；
- 辅助线是为了保证正线运营而配置的线路，速度要求低，标准也低；
- 车场线是车辆检修作业用的线路，行车速度较低，线路标准只要满足场区作业即可。

8.4 辅助线路设计

- 辅助线：

辅助线路按其使用性质可以分为折返线、存车线、联络线以及车辆段出入线等。辅助线是为保证正常运营，合理调度列车而设置的线路，最高运行速度一般限制在35km/h以内。

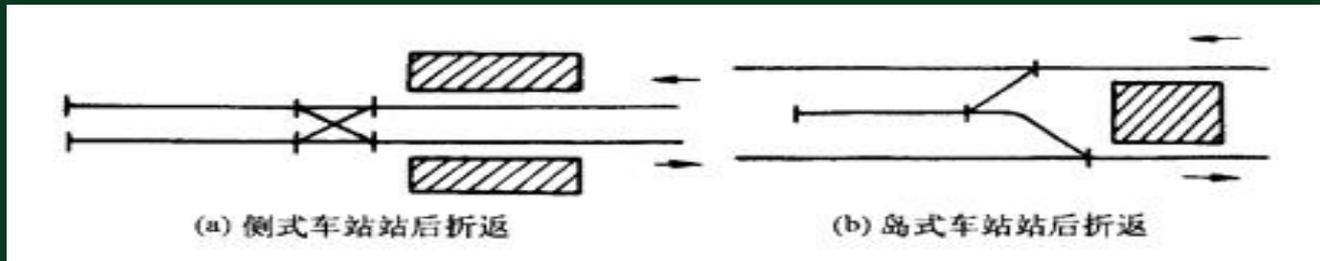
8.4 辅助线路设计

- 折返线设计：

折返线是在列车正常运行中折返掉头时使用的。它的基本要求是要满足列车折返运行能力的需要。地铁规范规定：“线路的每个终点站和区段运行的折返站，应设置折返线或渡线，它的折返能力应与该区段的通过能力相匹配。”

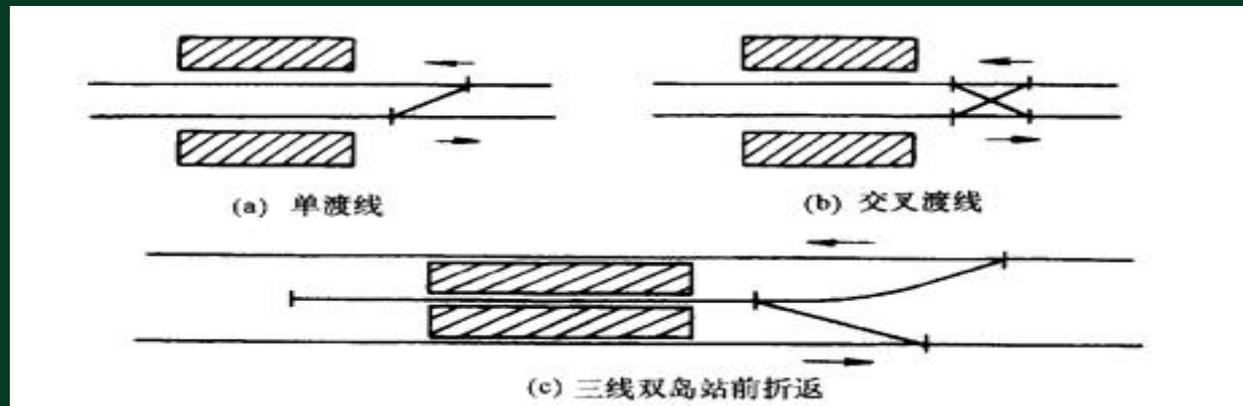
折返线一般应结合车站线路型式统一布置，常见的布置型式一般有两种：

(1) 站后折返型式



8.4 辅助线路设计

(2) 站前折返型式



- 在选用上述折返线型式时，一般要结合工程具体条件进行能力验算，以确保线路条件满足运营需要。
- 临时折返线一般用于故障车掉头或调整列车运行，由于它使用频率不高，能力上一般不做要求，通常条件下，可选用上图a、b两种型式。

8.4 辅助线路设计



8.4 辅助线路设计

- 存车线：

轨道交通线路正线一般要考虑一处或多处存车线，以便创造方便灵活的运营组织条件。典型的存车线一般有以下两种方案：

- (1) 与折返线结合设置
- (2) 单独设置

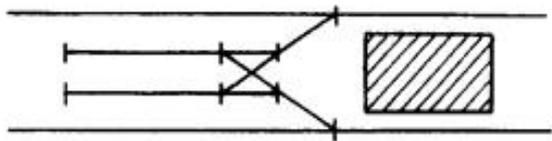


图 4.11 与折返线结合方案

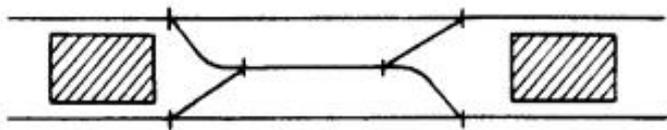


图 4.12 单独布置方案

- 其中，单独设置型式可以为运营创造更好的方便条件，其越来越得到普遍采用。

8.4 辅助线路设计

- 联络线：

联络线是指各自独立运营线之间调度车辆的通道，它也可以作为临时运营线和后期线路建设的设备运输通道。

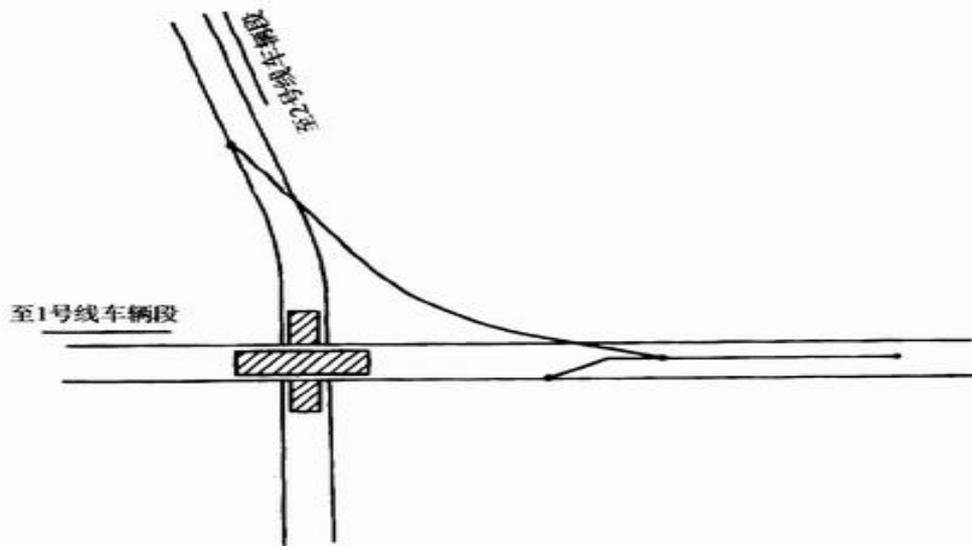
轨道交通系统作为城市相对独立的公共客运交通系统，线网中的每条线路（除支线外）都是各自独立运行的体系。为了保证线网的完整性，能机动灵活地调运线网中各线路上的车辆，应规划好联络线的分布位置。

一般地，联络线设置主要有两种形式：

8.4 辅助线路设计

①单线联络线：

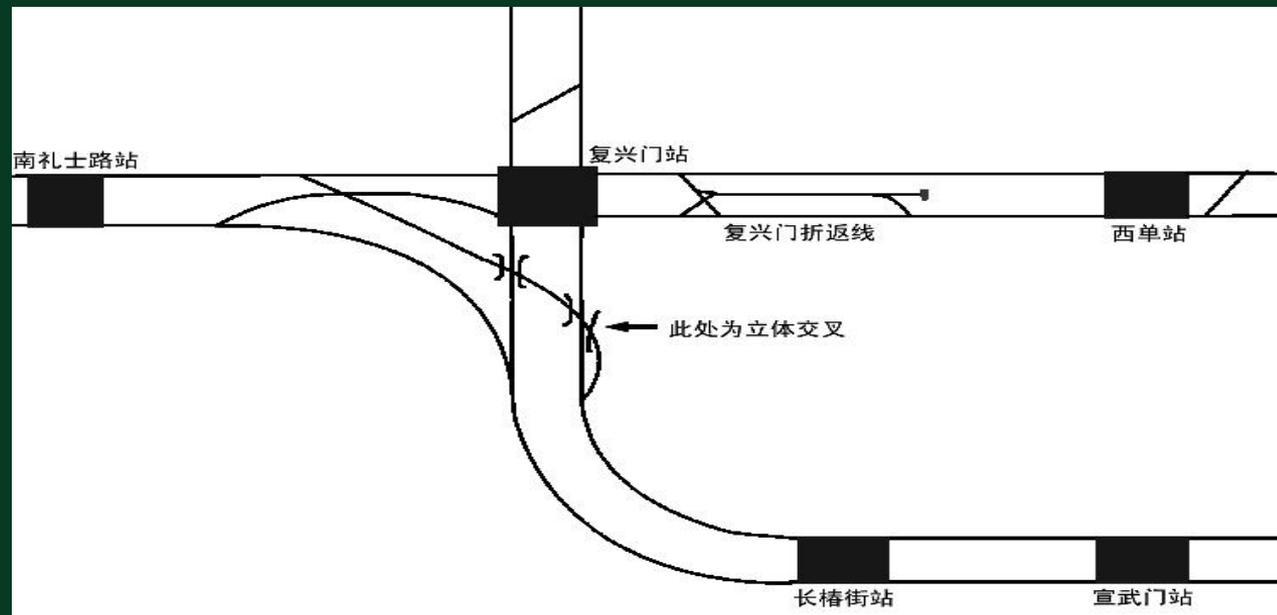
在两条交叉的线路之间仅为车辆送修或调转运营车辆需要而设置的联络线，一般采用单线联络线。



8.4 辅助线路设计

②双线联络线：

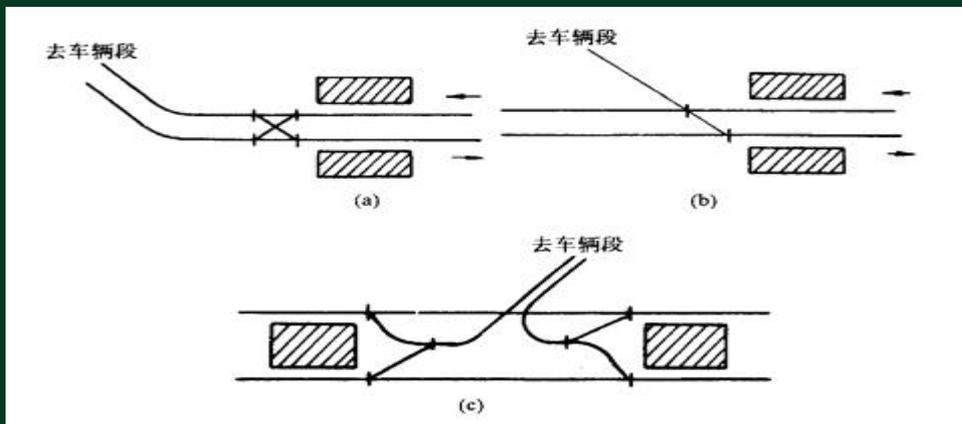
作为临时运营正线使用的联络线应采用双线。这种联络线工程量大、造价高，采用的型式需慎重研究。



8.4 辅助线路设计

- 车辆段出入线：

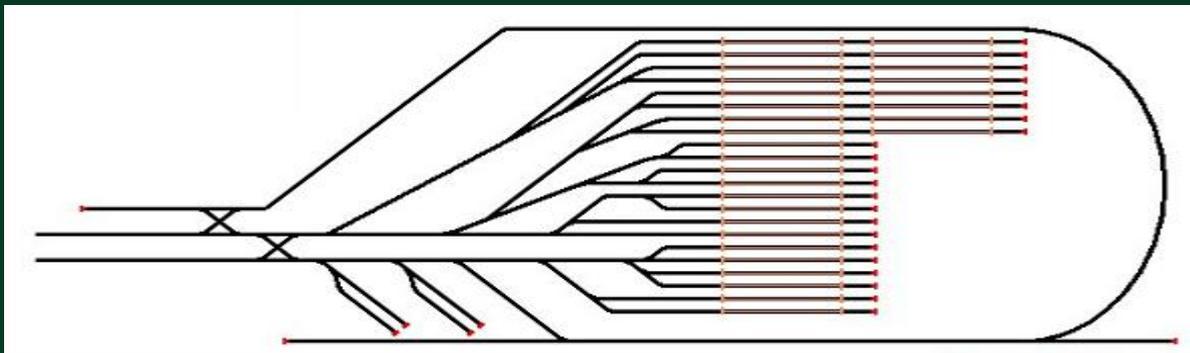
车辆段出入线是正线与车辆段之间的联络通道，是为列车进出车辆段而设置的线路，设计时应尽可能靠近车站出岔，以减少对正线运营的干扰。典型的车辆段出入线布置有3种典型形式，如下图。其中，图c型式使用时比较灵活，对正线干扰小，应尽可能采用。



8.4 辅助线路设计

- 车场线：

车场线是车辆段、停车场内车辆检修作业用的线路，行车速度较低，线路标准只要满足场区作业即可。



8.4 辅助线路设计

- 其它辅助线路设计：

除了前述4种基本辅助线路型式外，在一些特殊情况下，如岔线运营、与铁路接轨等，需结合功能要求，合理设计辅助线路。



小结



在线开放课程

- 8.1 概述
- 8.2 选线设计
- 8.3 线路平、纵断面设计
- 8.4 辅助线路设计