

项目二 城市轨道交通线路与轨道结构

任务四 城市轨道交通线路分类与施工方法的认知

知识点：按线路运营中的功能定位分类



任务四 城市轨道交通线路分类与施工方法的认知



任务目标

1. 了解城市轨道交通正线、辅助线及车场线的功能。
2. 了解城市轨道交通工程施工方法。



知识课堂

线路是城市轨道交通的基础组成部分，由区间结构、车站和轨道等组成，具有规定的强度和稳定性，能保证列车持续、平稳、安全运行的整体工程结构。线路是列车运行的基础，也是城市轨道交通重要的运营设备之一。

一、线路的分类

1. 按线路敷设方式分类

城市轨道交通线路按敷设方式分为地下线、地面线、高架线和敞开式线四种。

(1) **地下线** 地下线是指线路置于地下或水下圆隧道中的轨道交通线路，如图 2-12 所示。

小知识

该方式的优点是与地面交通完全分离，且不占城市地面空间，气候对运营基本没有影响；但需要较大的投资，较高的施工技术，较先进的管理及完善的环控、防灾措施与设备；在建设过程中会影响地面交通，运营成本较高，改造调整与线路维护都比较困难。

(2) **地面线** 地面线是指线路位于地面的轨道交通线路，如图 2-13 所示。一般采用独立路基的方式，减少与地面道路交通的互相干扰。

小知识

该方式的优点是造价最低，施工简便，运营成本低，线路调整与维护较易；不足是占地面积较多，破坏城市道路路面，使城市道路交叉口复杂化，容易受气候影响。



图 2-12 地下线



图 2-13 地面线

(3) **高架线** 高架线是指线路位于高架工程结构物上的轨道交通线路，如图 2-14 所示。

小知识

该方式与地面交通无干扰，造价介于地下线与地面线之间，施工、维护、管理、环控、防灾等方面都较地下线路方便；但要占用一定的城市用地，并有光源、景观、噪声等负效应，也受气候变化的影响。

(4) **敞开式线** 敞开式线是指由地下线过渡为地面线或高架线时（或相反）的一种过渡

形式线路,如图 2-15 所示。



图 2-14 高架线

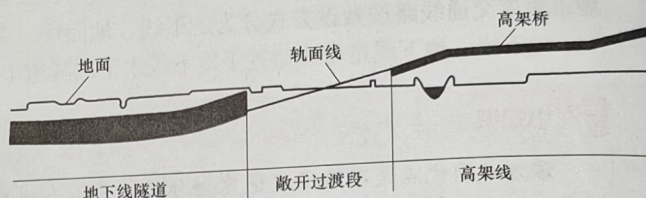


图 2-15 敞开式线

(5) 线路敷设方式的一般规定

1) 城市轨道交通线路敷设方式应根据城市总体规划和地理环境条件,因地制宜选定。在城市中心区宜采用地下线;在中心城区以外地段,宜采用高架线;有条件地段也可采用地面线。

2) 地下线路埋设深度,应结合工程地质和水文地质条件以及隧道形式和施工方法确定;隧道顶部覆土厚度应满足地面绿化、地下管线布设和综合利用地下空间资源等要求。

3) 高架线路应注重结构造型和控制规模、体量,并应注意高度、跨度、宽度的比例协调。其结构外缘与建筑物的距离应符合现行《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)(2018年版)等国家标准有关规定,高架线应减小对地面道路交通、周围环境和城市景观的影响。

4) 地面线应按全封闭设计,并应处理好与城市道路红线及其道路断面的关系。地面线应具备防淹、防洪能力,并应采取防侵入和防偷盗设施。

2. 按其运营中的功能定位分类

城市轨道交通线路按其运营中的功能定位分为正线、配线和车场线。

(1) **正线** 正线是指载客列车运营的贯穿全程的线路。正线列车运行速度高、密度大,线路标准要求高。城市轨道交通正线是全封闭线路,采用上下行双线单向行车,实施右侧行车惯例。当线路分叉时,正线可分为干线和支线,在正线上分岔以侧向运行的线路为支线,直向运行的线路为干线。

城市轨道交通正线上下行方向的界定取决于各城市规定。一般来说,南北向线路由南向北为上行方向,由北向南为下行方向;东西向线路由西向东为上行方向,由东向西为下行方向;环形线路以列车在外侧轨道线的运行方向为上行方向,内侧轨道线的运行方向为下行方向。

(2) **配线** 配线也称为辅助线,在运行过程中为列车提供收发车、折返、联络、安全保障、临时停车等服务功能,通过道岔与正线或相互联络的轨道线路。配线一般不行驶载客车辆,包括折返线、渡线、联络线、车辆段出入线、停车线、安全线等。

1) **折返线**。在线路起点站、终点站和中间折返站设置的专供列车折返掉头的线路称为折返线。城市轨道交通线路中,全线的客流分布可能会不太均匀,这时可组织区段运行,在尽端站与中间站或中间站与中间站之间进行列车折返掉头,因而需要配置折返线。视不同的折返方法,折返线可分为尽端折返线、环形折返线和渡线折返线三种。

① **尽端折返线**(图 2-16)。尽端折返线是指在某条线路端点处进行折返,分为单线折返、双线折返和多线折返。

小知识

优点：便于在端点站有效组织列车折返，同时又可备有停车线供故障停车、检修及夜间停车等作业使用；方便线路的延伸。

不足之处：车站工程量较大，当采用站后折返时，折返作业周期较长，只适用于一端列车折返。

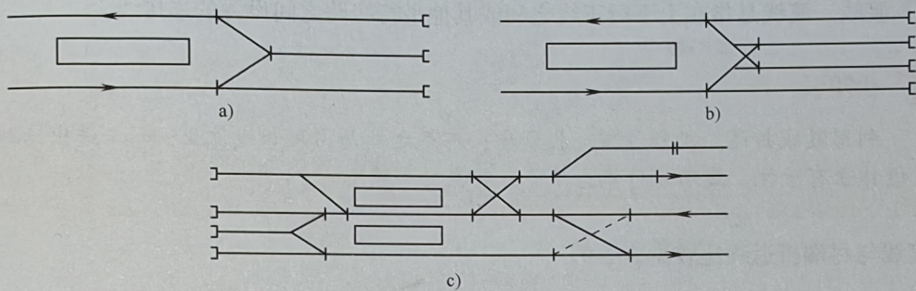


图 2-16 尽头折返线

a) 单线折返示意图 b) 双线折返示意图 c) 多线折返示意图

② 环形折返线（图 2-17）。将端点折返作业转化为沿一个环形单线区段运行的作业，实质上是将折返过程变为区间运行，有利于列车运行速度发挥，消除了因折返作业而形成的线路通行能力限制。

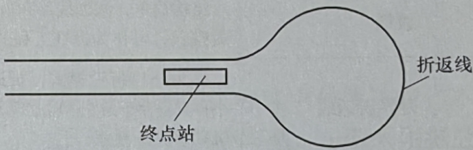


图 2-17 环形折返线

小知识

不足之处：环线占地面积大，在地下修建难度大，投资较高；轮轨磨耗大，无法停放和检修列车。环形折返线一般适用于线路较短且延长可能性小和端点站在地面的情况。

③ 渡线折返线。渡线折返线是指在车站前或后设置渡线，用以完成折返作业，主要有站前渡线折返和站后渡线折返。

站前渡线折返（图 2-18）：列车经站前渡线折返，列车行至终点站站台停稳，完成乘客下车作业和上车作业后，换端发车进入正线驾驶。

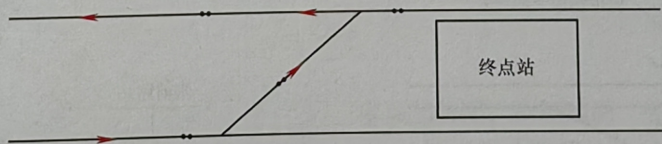


图 2-18 站前渡线折返

站后渡线折返（图 2-19）：当列车到达终点站清客后，再驶进站后折返线折返换端后，

行驶进终点站，完成乘客上车作业后，发车进入正线驾驶。

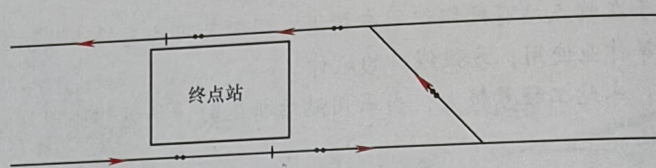


图 2-19 站后渡线折返

2) 渡线。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。

小知识

利用渡线折返，工程量少，投资少；不足之处是占用正线作业，列车进出站与折返作业有干扰，线路通行能力下降，存在安全隐患。

渡线与尽端折返线比较见表 2-9。

表 2-9 渡线与尽端折返线比较

折返形式	优点	缺点
渡线	结构简单，添加线路和道岔设备少；多为站前折返模式，可作为近期工程的临时过渡	因不具备存车条件，车站应变能力小；折返过程对正线行车有干扰
尽端折返线	多为站后折返模式，折返过程对正线行车干扰小；具备存车条件；可实现列车密集折返作业，调整机动、灵活性强	一般车站规模与工程量大；结构较为复杂，线路和道岔设备多

3) 联络线(图 2-20)。联络线是指城市轨道交通线路之间为调动列车等作业而设置的连接线路。在城市轨道交通线网，要使同种制式的两条单独运营的线路实现列车过轨运行，需通过线与线之间的联络线来实现。联络线连接的轨道交通线路往往不在一个平面上，因此有较大的坡道与较小的曲线半径，列车运行速度不高。联络线与正线的接轨点一般靠近车站，列车不载客运行。

4) 车辆段出入线(图 2-21)。车辆段出入线是指从车辆段到正线之间的连接线，专供列车进出车辆段，分为入段线和出段线。当出入线与正线发生交叉时，宜采用立体交叉方式。车辆段设置双线或单线出入线，应根据线路的远期通行能力与运营要求计算确定。

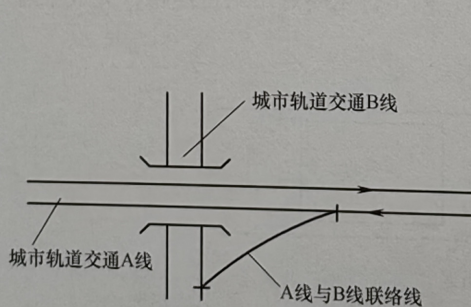


图 2-20 联络线

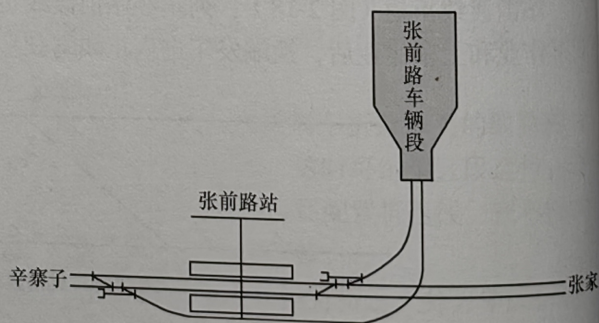


图 2-21 车辆段出入线

5) 停车线。停车线一般设置在端点站, 专门用于供夜间停止运营后的列车停放, 也可进行少量检修作业。停车线还应具备故障车待避和临时折返功能, 为防止运营过程中故障列车影响后续列车运行, 正线沿线每隔 5~6 个车站或 8~10km 应加设停车线, 供临时停放故障列车。

6) 安全线(图 2-22)。安全线是指为防止在车辆段出入线、折返线等行驶的列车未经允许进入正线, 与正线列车发生冲突事故, 在无其他列车运行隔开设备的情况下设置的线路, 目的是保证列车安全、正常运行。

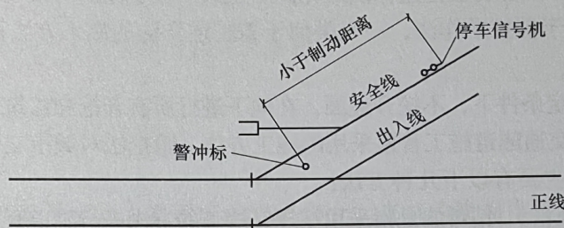


图 2-22 安全线

(3) 车场线 在车辆基地内部用于停运后列车入库、检修、试车、调车等作业的线路统称为车场线, 包括检修线、存车线、试车线、洗车线等。

二、线路施工方法

城市轨道交通线路施工包括车站施工和区间隧道施工。车站施工在确定位置进行, 不产生位移, 属于建筑物的建设范围; 区间隧道施工为连通地下相邻两座车站, 一般采用掘进方式进行, 受工程地质、水文地质、地形地貌等因素限制。对于地面和高架车站、线路施工, 与一般的建筑、城市高架道路施工方法基本一致, 本书不作介绍, 只介绍区间隧道施工方法。

1. 明挖法

明挖法是指先将隧道部位的岩(土)体全部挖除, 然后修建洞身、洞门, 再进行回填的施工方法, 适用于地下线路在地下几米深时采用。

小知识

优点是施工方法简单, 技术成熟; 工程进度快, 根据需要可以分段同时作业; 浅埋时工程造价和运营费用均较低, 且能耗较小。缺点是外界气候条件对施工影响较大; 施工对城市地面交通和居民正常生活有较大影响, 且易造成噪声、粉尘及废弃泥浆等污染。

2. 盖挖法

盖挖法是指由地面向下开挖至一定深度后, 将顶部封闭, 恢复地面, 整个地下工程施工在封闭的空间内进行的施工方法, 分为盖挖顺作法、盖挖逆作法和盖挖半逆作法三种。

(1) 盖挖顺作法 盖挖顺作法适用于路面交通不能长期中断的道路下修建地下车站或区间隧道, 其施工顺序是在现有场地上, 按所需宽度, 由地表完成围护结构后, 以定型的预

制标准构件覆盖于围护结构上,形成“盖”,以维持场地的正常使用,然后往下逐层进行土方开挖及架设横撑,直至开挖到设计的底标高。然后再依序自下而上施作建筑结构主体及防水措施,即主体结构的“顺作”。待主体结构完成后,拆除临时路面系统的“盖”后回填土并恢复路面交通的使用。

(2) **盖挖逆作法** 盖挖逆作法是指先建造地下工程的柱、梁和顶板,然后以此为支撑构件,上部恢复地面交通,下部进行土体开挖及地下主体工程施工的一种方法。

(3) **盖挖半逆作法** 既有盖挖顺作法做的挖土、支撑、自下而上做正式结构和拆除立柱支撑,同时,盖挖半逆作法也有盖挖逆作法的先施工正式顶板、侧墙与顶板位置施工缝处理等同点。这种一半类似于盖挖顺作法,一半类似于盖挖逆作法的施工方法称为盖挖半逆作法。

3. 暗挖法

暗挖法是指在特定条件下,不打开地面,在地下进行所有开挖和修筑衬砌结构的隧道施工方法,也是城市轨道交通隧道施工普遍采用的施工方法。暗挖法对城市交通、环境的影响降到极限,但造价昂贵。主要有以下几种方法:

(1) **钻爆法(新奥法)** 钻爆法是指采用钻探、爆破的方法进行隧道开挖,然后进行喷锚支护、灌注衬砌等一系列后续施工的方法,常用于坚硬岩石地层。即以喷射混凝土、钢筋网、钢架和锚杆作为主要支护手段,充分发挥围岩的自承能力,使其与支护结构成为一个完整的支护体系。新奥法是目前广泛采用的方法,对地面干扰小,工程投资也相对较小。

(2) **浅埋暗挖法(矿山法)** 浅埋暗挖法是指利用土层在开挖过程中短时间的自稳能力,采取适当的支护措施,使围岩或土层表面形成密贴型薄壁支护结构的施工方法,适用于黏性土层、砂层、砂卵层等地质条件。这种施工方法工作面小而不能使用大型的凿岩钻孔设备和装卸运输工具,故施工进度慢,建设周期长,机械化程度低,耗用劳力多,难以适应建设工期的需要。

(3) **盾构法** 盾构法是指利用盾构机的盾壳作支护,前端刀盘切削土体,液压千斤顶顶推盾构机前进,在开挖面上拼装预制好的管片作衬砌,从而形成隧道的施工方法,是目前最先进的地铁区间挖掘隧道的方法。盾构法施工易于管理,施工人员少,工作环境好,同时还具有衬砌精度高、质量可靠、防水性能好、地表沉降小、不影响城市交通等优点。缺点是施工设备复杂,断面形式变化不灵活,盾构选型与地层条件密切相关等。

(4) **沉管法** 沉管法是指将隧道管段分段预制,分段两端设临时止水头部,然后浮运至隧道轴线处,沉放在预先挖好的地槽内,完成管段间的水下连接,移去临时止水头部,回填基槽保护沉管,铺设隧道内部设施,形成完整的水下通道的施工方法。施工顺序是先在船台上或干坞中制作隧道管段,管段两端用临时封墙密封后滑移下水或在坞内放水,使其浮在水中,再拖运到隧道设计位置。定位后,向管段内加载,使其下沉至预先挖好的水底沟槽内,管段逐节沉放,并用水力压接法将相邻管段连接,最后拆除封墙,使各节管段连通成为整体的隧道,在其顶部和外侧用块石覆盖以保安全。

小知识

沉管法的优点:对地质条件的适应性强、隧道的覆盖层薄,从而使隧道总长度减小,隧道断面利用率高,防水可靠度高,施工周期短及工程造价合理等。

(5) **顶管法** 顶管法是指在地面开挖的基坑井中安放管节,然后通过主顶千斤顶或中继间的顶推机械将管节从工作井中预留口穿出,穿越土层到达接收井,并从接收井的预留口

穿出，形成区间隧道的施工方法。