

第一节 城市轨道交通工程结构与特点

1K413011 地铁车站结构与施工方法

1K413012 地铁区间隧道结构与施工方法

1K413013 轻轨交通高架桥梁结构

1K413014 城市轨道交通的轨道结构

二、地铁区间隧道结构与施工方法

一、暗挖施工方法比较与选择 (P104)

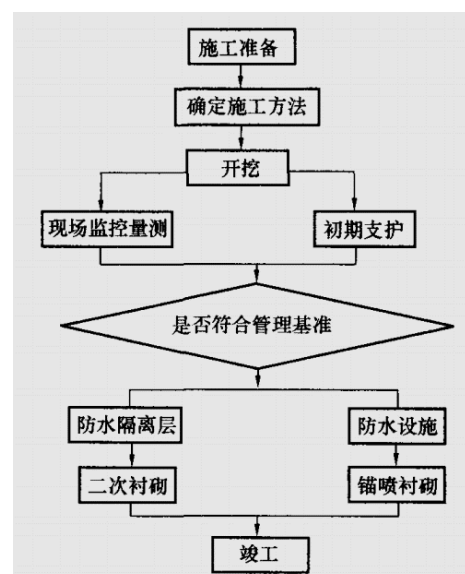
(一)喷锚暗挖法

施工基本流程见图 1K413012-1。

该法采用先柔后刚复合式衬砌和新型的支护结构体系，初期支护按承担全部基本荷载设计，

二次模筑衬砌作为安全储备，初期支护和二次衬砌共同承担特殊荷载。

应用浅埋暗挖法设计和施工时，同时采用多种辅助工法，超前预支护以改善加固围岩，调动部分围岩的自承能力；采用不同的开挖方法及时支护、封闭成环，使其与围岩共同作用形成联合支护体系。在施工过程中应用监控量测、信息反馈和优化设计，实现不塌方、少沉降和安全施工。



浅埋暗挖技术多用于第四纪软弱地层，由于围岩自承能力比较差，为避免对地面建筑物和地下构筑物造成破坏，需要严格控制地面沉降量。因此，初期支护要刚度大，支护要及时。初期支护必须从上向下施工，二次衬砌模筑必须通过变形量测确认初期支护结构基本稳定时，才能施工，而且必须从下往上施工，绝不允许先拱后墙施工。



浅埋暗挖法与新奥法相比，更强调地层的预支护和预加固。因为地铁工程基本是在城镇施工，对地表沉降的控制要求比较严格。浅埋暗挖法支护衬砌的结构刚度比较大，初期支护允许变形量比较小，有利于减少底层的扰动及保护周边环境。



(1) 地层预加固和预支护:

在城市地铁隧道施工中,经常遇到砂砾土、砂性土、黏性土或强风化基岩等不稳定地层。这类地层在隧道开挖过程中自稳时间短暂,往往在初期支护尚未来得及施做,或喷射混凝土尚未获得足够强度时,拱墙的局部地层已开始斜塌。为此,需采用地层预加固、预支护的方法,以提高周围地层的稳定性。常用的预加固和预支护方法有:小导管超前预注浆、开挖面深孔注浆及管棚超前支护(详见 1K413043 条)。



(2) 隧道土方开挖与支护

采用浅埋暗挖法开挖作业时,所选用的施工方法及工艺流程,应保证最大限度地减少对地层的扰动,提高周围地层自承作用和减少地表沉降。根据不同的地质条件及隧道断面,选用不同的开挖方法,但其总原则是,预支护、预加固一段,开挖一段;开挖一段,支护一段;支护一段,封闭成环一段。初期支护封闭成环后,隧道处于暂时稳定状态,通过监控量测,确认达到基本稳定状态时,可以进行二次衬砌的混凝土灌注工作。如量测结果证明尚未稳定,则需继续监测;如监测结果证明支护有失稳的趋势时,则需及时通过设计部门共同协商,确定加固方案。掘进方式选择详见本书 1K413041 条。

(3) 初期支护形式

在软弱破碎及松散、不稳定的地层中采用浅埋暗挖法施工时,除需对地层进行预加固和预支

护外，隧道初期支护施作的及时性及支护的强度和刚度，对保证开挖后隧道的稳定性、减少地层扰动和地表沉降，都具有决定性的影响。在诸多支护形式中，钢拱锚喷混凝土支护是满足上述要求的最佳支护形式。



(4) 二次衬砌

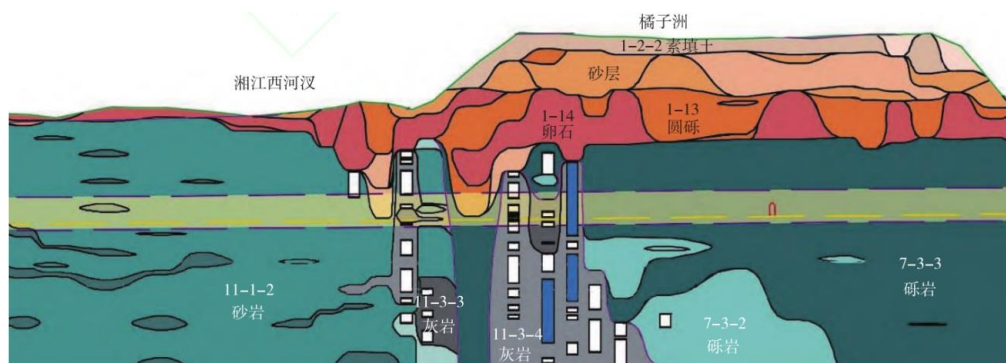
在浅埋暗挖法中，初期支护的变形达到基本稳定，且防水结构施工验收合格后，可以进行二次混凝土衬砌施工。通过监控量测，掌握隧道动态，提供信息，指导二次衬砌施作时机。这是浅埋暗挖法中二次衬砌施工与一般隧道衬砌施工的主要区别。其他灌注工艺和机械设备与一般隧道衬砌施工基本相同。

二次衬砌模板可以采用临时木模板或金属定型模板，更多情况下则使用模板台车，因为区间隧道断面尺寸基本不变，使用模板台车，有利于加快立模及拆模速度。衬砌所用的模板、墙架，拱架均应式样简单、拆装方便、表面光滑、接缝严密。使用前应在样板台上校核；重复使用时，应随时检查并整修（详见 2K313033）。



(5)监控量测

利用监控量测信息指导设计与施工是浅埋暗挖施工工序的重要组成部分。在设计文件中应提出具体要求和内容，监控量测的费用应纳入工程成本。在实施过程中施工单位要有专门机构执行与管理，并由项目技术负责人统一掌握、统一领导。经验证明拱顶下沉是控制稳定较直观的和可靠的判断依据，水平收敛和地表下沉有时也是重要的判断依据。对于地铁隧道来讲，地表下沉测量显得尤为重要。



(二) 盾构法 (P105)

(1)盾构法施工见图 1K413012-2,其基本施工步骤:

- 1)在盾构法隧道的始发端和接收端各建一个工作（竖）井。
- 2)盾构机在始发端工作井内安装就位。
- 3)依靠盾构机千斤顶推力（作用在已拼装好的衬砌环和反力架）将盾构机从始发工作井的墙

壁预留洞门推出。

4)盾构机在地层中沿着设计轴线推进，在推进的同时不断出土和安装衬砌管片。

5)及时地向衬砌背后的空隙注浆，防止地层移动和固定衬砌环位置。

6)盾构机进入接收工作井并被拆除，如施工需要，也可穿越工作井再向前推进。

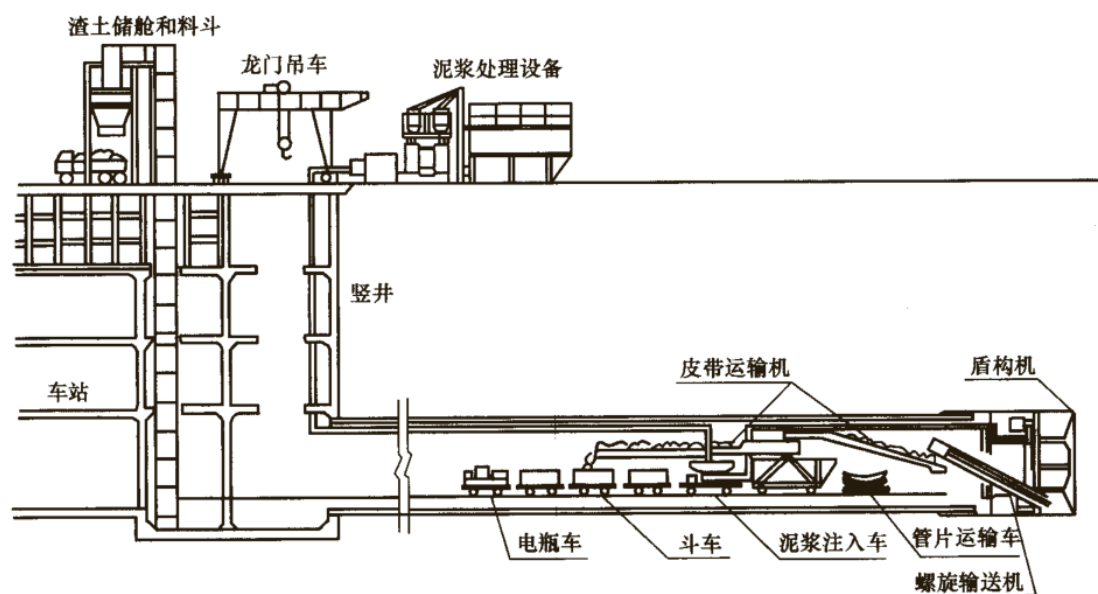


图1K413012-2 盾构法施工示意图





(2)盾构法施工隧道具有以下优点：

- 1)除工作井施工外，施工作业均在地下进行，既不影响地面交通，又可减少对附近居民的噪声和振动影响。
- 2)盾构推进、出土、拼装衬砌等主要工序循环进行，施工易于管理，施工人员也较少。
- 3)在一定覆土范围内，隧道的施工费用不受覆土量影响，适宜于建造覆土较深的隧道。
- 4)施工不受风雨等气候条件影响。
- 5)当隧道穿过河底或其他建筑物时，不影响航运通行和建（构）筑物的正常使用。
- 6)土方及衬砌施工安全、掘进速度快。
- 7)在松软含水地层中修建埋深较大的长隧道往往具有技术和经济方面的优越性。

(3)盾构法施工也存在以下一些问题：

- 1)当隧道曲线半径过小时，施工较为困难。
- 2)在陆地建造隧道时，如隧道覆土太浅，则盾构法施工困难很大，而在水下时，如覆土太浅则盾构法施工不够安全。
- 3)盾构施工中采用全气压方法以疏干和稳定地层时，对劳动保护要求较高，施工条件差。
- 4)盾构法隧道上方一定范围内的地表沉降尚难完全防止，特别在饱和含水松软的土层中，要采取严密的技术措施才能把沉降控制在很小的限度内。
- 5)在饱和含水地层中，盾构法施工所用的拼装衬砌，对达到整体结构防水的技术要求较高。
- 6)对于结构断面尺寸多变的区段适应能力较差。

(4)对使用管片的技术要求:

盾构到达接收井(进洞)时,由于前方已无土体,对管片收缩量就有影响,容易造成管片松弛和错台。为此建议在进洞时的10环管片上,增设纵向拉紧装置,并适当加强第一次螺栓紧固力。工作井在盾构洞口应预埋现浇钢筋混凝土环梁筋。一般盾构从硬地层到软地层易下沉、扎头,此时要注意盾构推进保持匀速,推进时要严格控制出土量,保持土压平衡,必要时同步注浆,适当增加压力,并提早做管片二次压浆,减少本区段管片的沉降。作为盾构法隧道设计,此时应进行隧道纵向强度和变形验算,适当加大螺栓直径。

(5)隧道内的水平运输以及地面的垂直运输

隧道内配套的水平运输往往也关系到整个施工的进度。通过整个施工流程来看,隧道水平运输包括管片、砂浆以及其他材料的运进,土压平衡盾构还有掘进所出渣土的运出。如果配套合理,对整个工程施工工期将起到很好地促进作用。在国内外,也有整个出渣土的水平运输为皮带运输的实例,通过不断增加的皮带运输组来跟进盾构的前进。

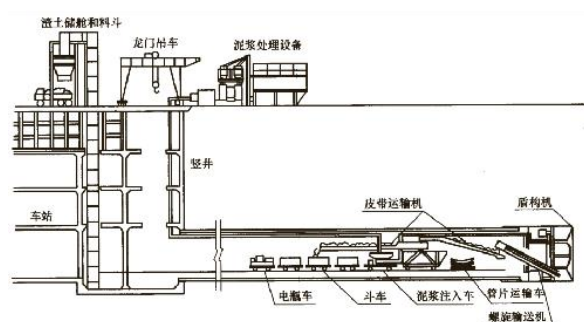


图1K413012-2 盾构法施工示意图



二、不同方法施工地铁区间隧道的结构形式

(一)明挖法施工隧道

在场地开阔、建筑物稀少、交通及环境允许的地区，应优先采用施工速度快、造价较低的明挖法施工。明挖法施工的地下铁道区间隧道结构通常采用矩形断面，一般为整体浇筑或装配式结构，其优点是其内轮廓与地下铁道建筑限界接近，内部净空可以得到充分利用，结构受力合理，顶板上便于敷设城市地下管网和设施。

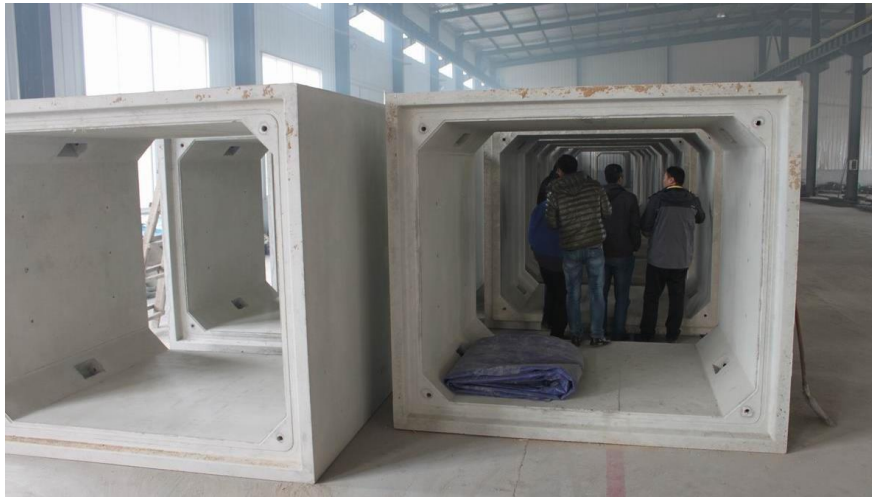


1.整体式衬砌结构

明挖现浇隧道结构断面分单跨、双跨等形式，由于结构整体性好，防水性能容易得到保证，可适用于各种工程地质和水文地质条件；但是，施工工序较多，速度较慢。

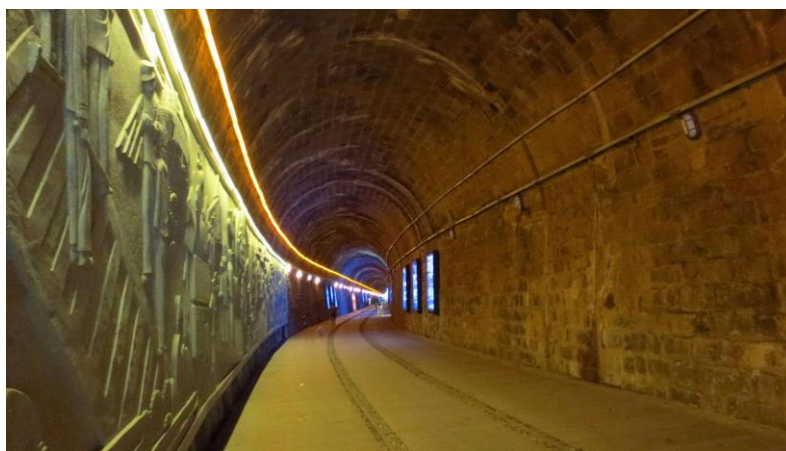
2.预制装配式衬砌

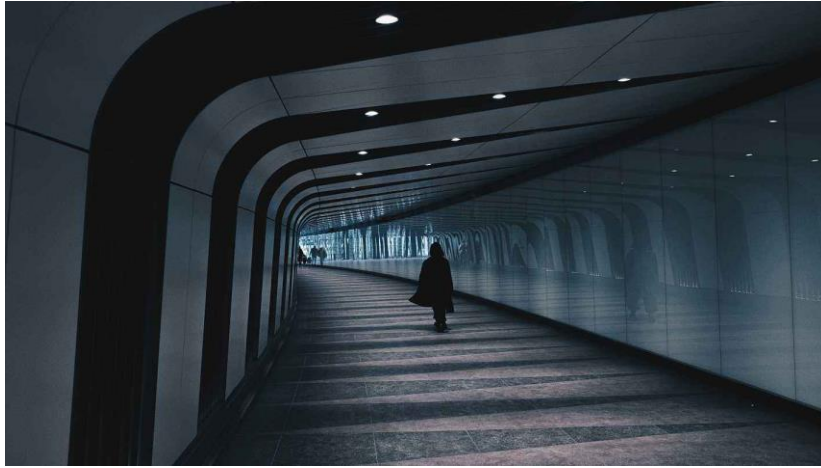
预制装配式衬砌的结构形式应根据工业化生产水平、施工方法、起重运输条件、场地条件等因地制宜选择，目前以单跨和双跨较为通用。装配式衬砌各构件之间的接头构造，除了要考虑强度、刚度、防水性等方面的要求外，还要求构造简单、施工方便。装配式衬砌整体性较差，对于有特殊要求（如防护、抗震等）的地段要慎重选用。



（二）喷锚暗挖(矿山) 法施工隧道

在城市区域、交通要道及地上地下构筑物复杂地区，隧道施工喷锚暗挖法通常是一种较好的选择。隧道施工时，一般采用拱形结构，其基本断面形式为单拱、双拱和多跨连拱。前者多用于单线或双线的区间隧道或联络通道，后两者多用在停车线、折返线或喇叭口岔线上。采用喷锚暗挖法隧道衬砌又称为支护结构或初期支护，其作用是：①加固围岩并与围岩一起组成一个有足够安全度的隧道结构体系，②共同承受可能出现的各种荷载，③保持隧道断面的使用净空，④防止地表沉降，⑤提供空气流通的光滑表面，⑥堵截或引排地下水。根据对隧道衬砌结构的基本要求以及隧道所处的围岩条件、地下水状况、地表沉降的控制、断面大小和施工方法等，可以采用基本结构类型及其变化方案。





1.衬砌的基本结构类型——复合式衬砌

这种衬砌结构是由初期支护、防水隔离层和二次衬砌所组成，复合式衬砌外层为初期支护，其作用是：①加固围岩，②控制围岩变形，③防止围岩松动失稳，④是衬砌结构中的主要承载单元。一般应在开挖后立即施作，并应与围岩密贴。所以，最适宜采用喷锚支护，根据具体情况，选用锚杆、喷混凝土、钢筋网和钢拱架等单一或并用而成。



(二) 喷锚暗挖(矿山)法施工隧道

2.衬砌结构的变化方案

在干燥无水的坚硬围岩中，区间隧道衬砌亦可采用单层的喷锚支护，不做防水隔离层和二次衬砌，但此时对喷射混凝土的施工工艺和抗风化性能都应有较高的要求，衬砌表面要平整，

不允许出现大量的裂缝。

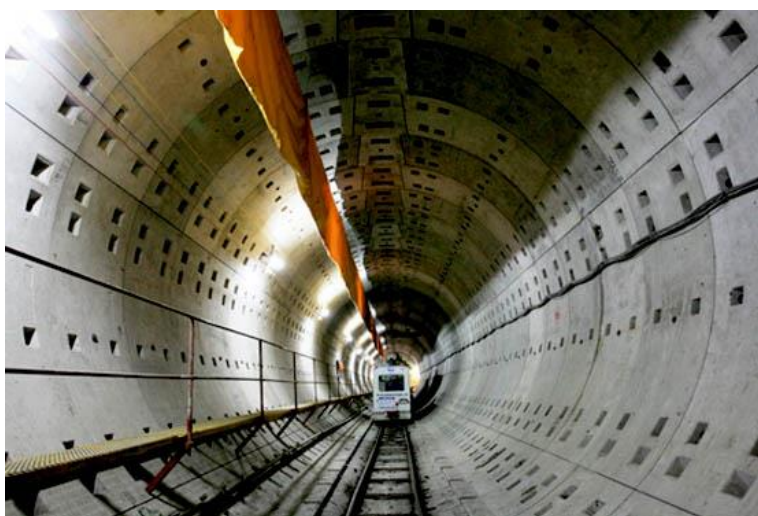
在防水要求不高，围岩有一定的自稳能力时，区间隧道亦可采用单层的模筑混凝土衬砌，不做初期支护和防水隔离层。施工时如有需要可设置用木料、钢材或喷锚做成的临时支撑。不同于受力单元，一般情况下，在浇筑混凝土时需将临时支撑拆除，以供下次使用。单层模筑衬砌又称为整体式衬砌，为适应不同的围岩条件，整体式衬砌可做成等截面直墙式和等截面或变截面曲墙式，前者适用于坚硬围岩，后者适用于软弱围岩。

（三）盾构法隧道

盾构法隧道采用的预制装配式衬砌是用工厂预制的构件（称为管片），在盾构尾部拼装而成的。

1.管片类型

管片按材质分为钢筋混凝土管片、钢管片、铸铁管片、钢纤维混凝土管片和复合材料管片。其中，钢管片和铸铁管片一般用于负环管片或联络通道部位，但由于铸铁管片成本较高现已很少采用；钢纤维混凝土管片在国外已有使用，在国内尚处于试验阶段；钢筋混凝土管片是盾构法隧道衬砌中最常用的管片类型。



钢筋混凝土管片的耐压性和耐久性都比较好，目前已可生产抗压强度达 60MPa、抗渗等级大于 P12 级的管片，而且这几种管片刚度大，由其组成的衬砌防水性能有保证。钢管片的

强度高，具有良好的可焊接性，便于加工和维修，重量轻也便于施工。与混凝土管片相比，其刚度小、易变形，而且钢管片的抗锈性差，在不作二次衬砌时，必须有抗腐、抗锈措施。

铸铁管片强度高，防水和防锈蚀性能好，易加工。和钢管片相比，刚度亦较大，故在早期的地下铁道区间隧道中得到广泛的应用。钢和铸铁管片价格较贵，现在除了在需要开口的衬砌环或预计将承受特殊荷载的地段采用外，一般都采用钢筋混凝土管片。





按管片螺栓手孔大小，可将管片分为箱型和平板型两类。

箱型管片是指因手孔较大而呈肋板型结构，手孔较大不仅方便了接头螺栓的穿入和拧紧，而且也节省了材料，使单块管片重量减轻，便于运输和拼装。但因截面削弱较多，在盾构千斤顶推力作用下容易开裂，故只有强度较大的金属管片才采用箱型结构。当然，直径和厚度较大的钢筋混凝土管片也有采用箱型结构的。在箱型管片中纵向加劲肋是传递千斤顶推力的关键部位，一般沿衬砌环向等距离布置，加劲肋的数量应大于盾构千斤顶的台数，其形状应根据管片拼装和是否需要浇注二次衬砌的施工要求而定，见图 1K413012-3。

平板型管片是指因螺栓手孔较小或无手孔而呈曲板型结构的管片，由于管片截面削弱少或无削弱，故对盾构千斤顶推力具有较大的承载力，对通风的阻力也较小。无手孔的管片也称为

砌块，现在的钢筋混凝土管片多采用平板型结构，见图 1K413012-4。

目前，国内城市地铁盾构法隧道的管片常见厚度为 300mm 和 350mm，常用的环宽为 1000mm、1200mm 和 1500mm。

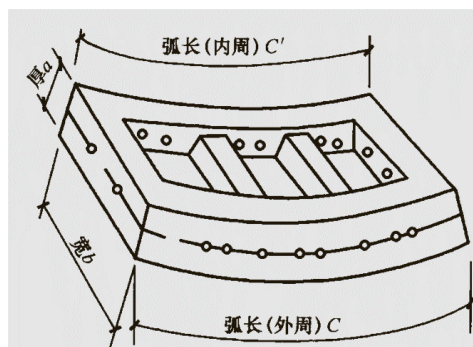


图1K413012-3 钢筋混凝土箱型管片示意图

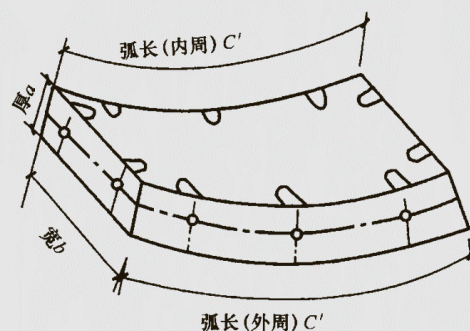
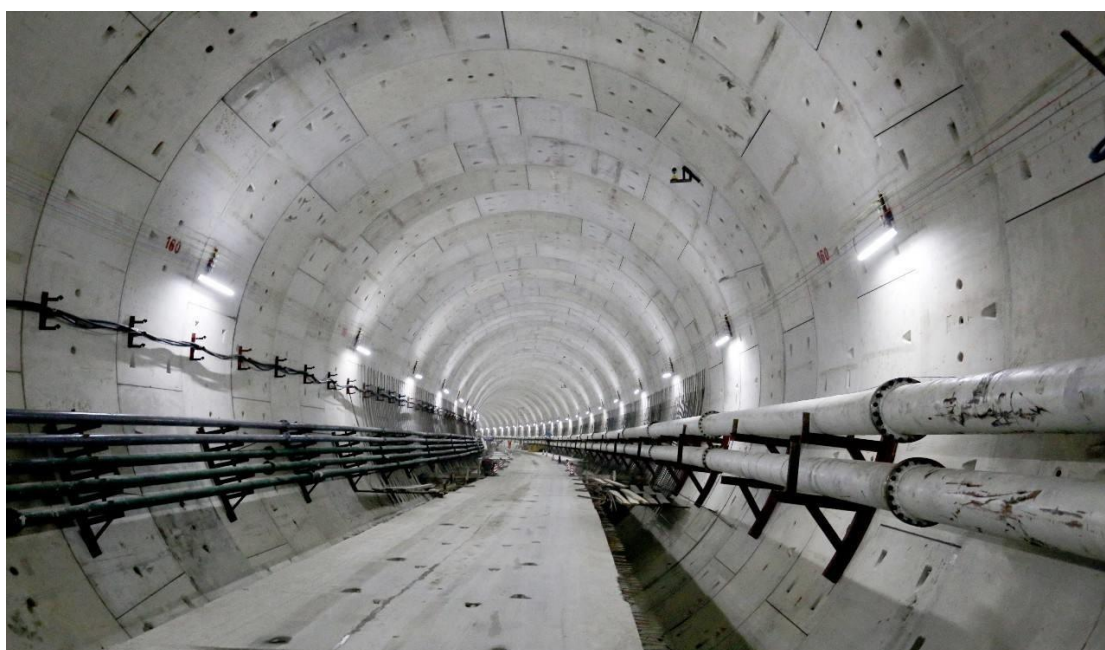
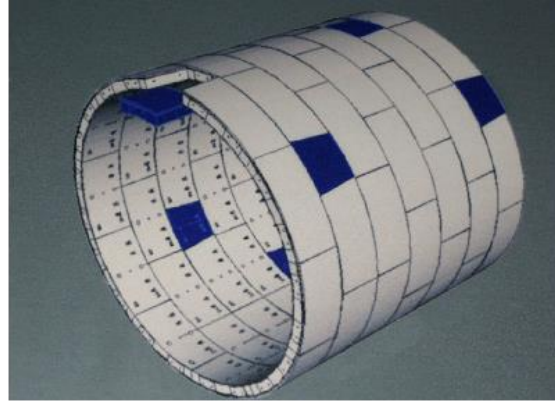
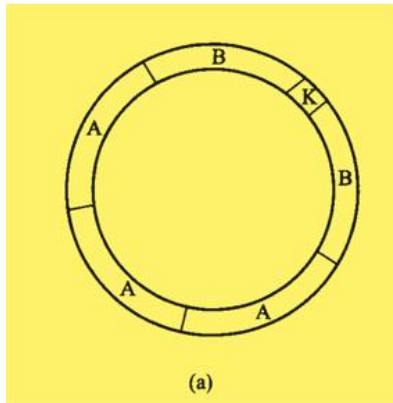


图1K413012-4 钢筋混凝土平板型管片示意图



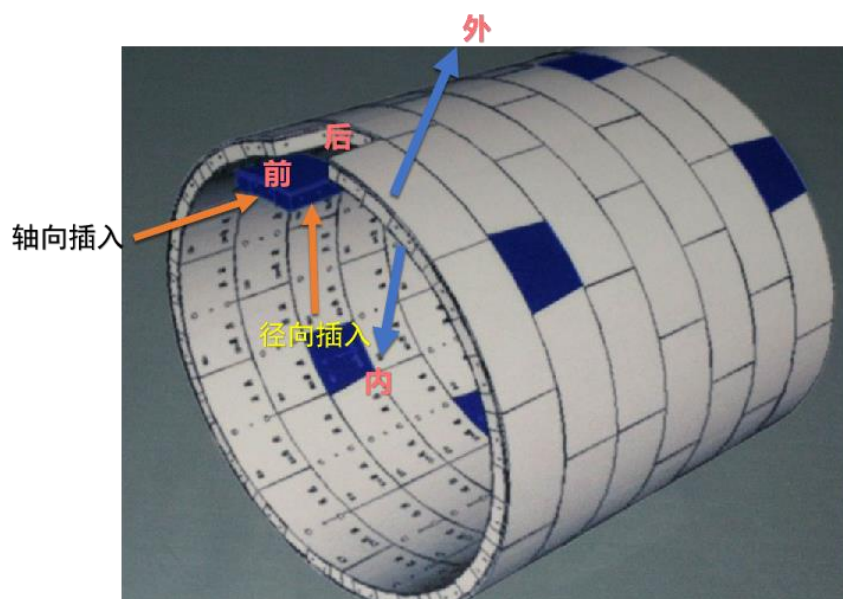
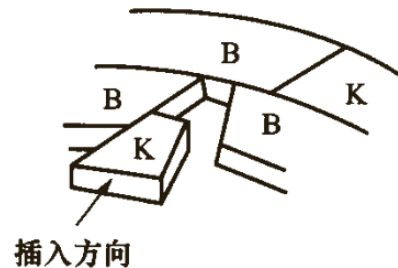
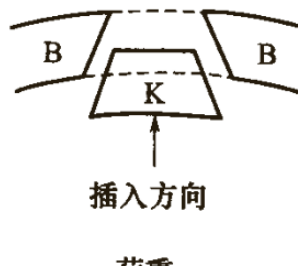
2.管环构成

盾构隧道衬砌的主体是管片拼装组成的管环，管环通常由 A 型管片（标准环）、B 型管片（邻接块）和 K 型管片（封顶块）构成，管片之间一般采用螺栓连接，见图 1K413012-5a。



封顶块 K 型管片根据管片拼装方式的不同, 有从隧道内侧向半径方向插入的径向插入型 (图 1K413012-5b)和从隧道轴向插入的轴向插入型 (图 1K413012-5C)以及两者并用的类型。

半径方向插入型为传统插入型, 早期的施工实例很多, 该类型的 K 管片很容易落入隧道内侧。随着隧道埋深的增加, 不易脱落的轴向插入型 K 管片被越来越多地使用。使用轴向插入型 K 管片的情况下, 需要推进油缸的行程要长些, 因而盾尾长度要长些。两种插入型 K 管片同时使用的情况较少见。



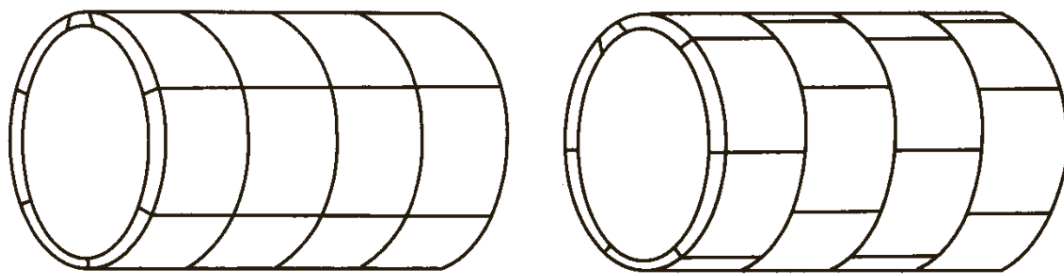
3.管片的通缝和错缝拼装

衬砌拼装方式分为通缝和错缝两种方式，见图 1K413012-6。

通缝的施工工艺相对简单，但通缝拼装的盾构隧道变形大，对防水的要求相应也高；

错缝拼装可避免通缝拼装环面误差累积，从而减少施工中管片破损。错缝拼装时环向缝呈 T 形，可有效减少接缝处渗漏，防水效果比通缝拼装好。

地铁长期运营过程中，特别是在小半径曲线上衬砌环受长期的列车水平离心力作用，隧道侧向压力不均，错缝拼装的管片环控制径向变形要比通缝时更有利。错缝拼装在国外使用很普遍，国内也已广泛采用，错缝拼装的管片配筋量稍大，但其整环空间刚度大，比通缝更适应于外部地层及荷载的变化，有一定的安全储备。



4.衬砌环类型

地铁区间隧道由直线和曲线（圆曲线及缓和曲线）组成，为满足盾构隧道在曲线上偏转及纠偏的需要，应设计楔形衬砌环。目前通常采用的衬砌环类型有三种：

(1)标准衬砌环+左右转弯衬砌环组合：

直线地段除施工纠偏外，采用标准衬砌环；曲线地段可通过标准衬砌环与左、右转弯衬砌环组合使用以模拟曲线。该方法施工方便，操作简单。国内通常采用这种方式，有丰富的设计及施工经验。

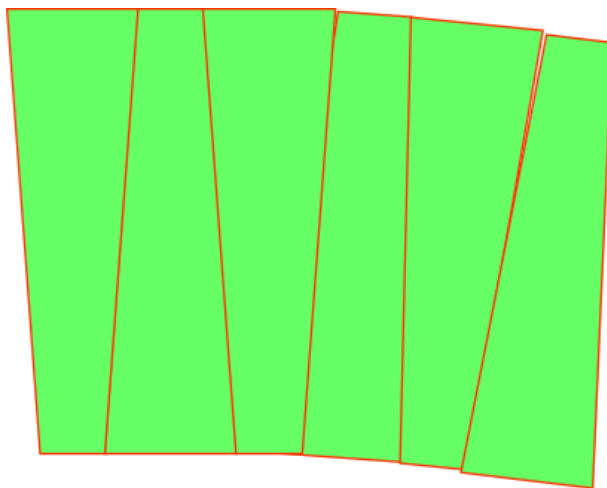
4.衬砌环类型

(2)楔形衬砌环之间相互组合：

采用几种类型的楔形衬砌环，设计和施工中通过楔形衬砌环的优选及组合进行线路拟合。根据线路偏转方向及施工纠偏的需要，设计左转弯、右转弯楔形衬砌环，在直线段通过左转弯和右转弯衬砌环——对应组合形成直线。该种管片拼装时，每个千斤顶行程均不同，施工操作复杂，环面缝隙可能会增大，对施工管理水平要求很高。这种管片组合方式目前国内使用较少。

(3)通用型管片：

通用管片为只采用一种类型的楔形管片衬砌环，盾构掘进时根据盾构机内环向千斤顶传感器的信息和线路线形设计的要求，根据曲线拟合确定下一环衬砌绕管片中心线转动的角度，以达到设计线路和纠偏的目的，使线路的偏移量在规定的范围内。



(4) 对使用管片的技术要求：

盾构到达接收井（进洞）时，由于前方已无土体，对管片收缩量就有影响，容易造成管片松弛和错台。为此建议在进洞时的 10 环管片上，增设纵向拉紧装置，并适当加强第一次螺栓紧固力。

工作井在盾构洞口应预埋现浇钢筋混凝土环梁筋。一般盾构从硬地层到软地层易下沉、扎头，此时要注意盾构推进保持匀速，推进时要严格控制出土量，保持土压平衡，必要时同步注浆，适当增加压力，并提早做管片二次压浆，减少本区段管片的沉降。作为盾构法隧道设计，此

时应进行隧道纵向强度和变形验算，适当加大螺栓直径。



(四) 联络通道

联络通道是设置在两条地铁隧道之间的一条横向通道，起到乘客的安全疏散、隧道排水及防火、消防等作用。如图 1K413012-7 所示。

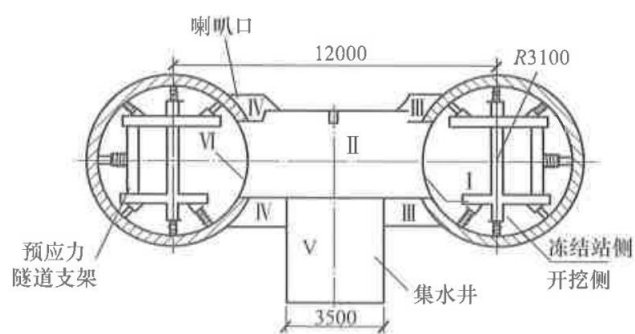


图1K413012-7 联络通道结构图

I—冻结侧通道预留口钢管片；II—通道；III—冻结侧喇叭口；IV—对侧喇叭口；V—集水井；VI—对侧门钢管片

我国《地铁设计规范》GB 50157-2013 第 28.2.4 条规定:两条单线区间隧道应设联络通道，相邻两个联络通道之间的距离不应大于 600m，联络通道内应设并列反向开启的甲级防火门，门扇的开启不得侵入限界。

根据线路纵断面设计及区间隧道防、排水要求，在区间线路最低点处设置废水泵房(集水井)，一般情况下，废水泵房与该处联络通道合建，即联络通道内设置废水泵房以及废水抽排和人员检修的管道、管道井。联络通道长度一般为 5~9m，通道的出入口高程近似，仅在通道中部设置高点，满足排水要求。

目前，国内地铁的联络通道主要采用暗挖法、超前预支护方法(深孔注浆或冻结法)施工。联络通道的开挖要采用分层进行，冻结法施工顺序为：



冷冻设备



临时钢管片



隧道预应力支架



开管片

(三) 盾构法隧道

2. 联络通道

联络通道的施工顺序为：

- (1) 打开冻结侧通道预留口钢管片。
- (2) 按照通道中部的全断面开挖并作临时支护直到对侧门钢管片。
- (3) 返回刷大两侧喇叭口断面并作临时支护。
- (4) 集水井开挖、临时支护和一次浇筑混凝土永久支护。
- (5) 最后打开通道对侧门钢管片。

土方开挖采用人工铲和风镐相结合的方式。通道结构及开挖构筑施工顺序如图 1K413012-7 所示。在有承压水的砂土地层施工联络通道是地铁施工风险最大的工序之一，施工时必须引起注意。



三、轻轨交通高架桥梁结构

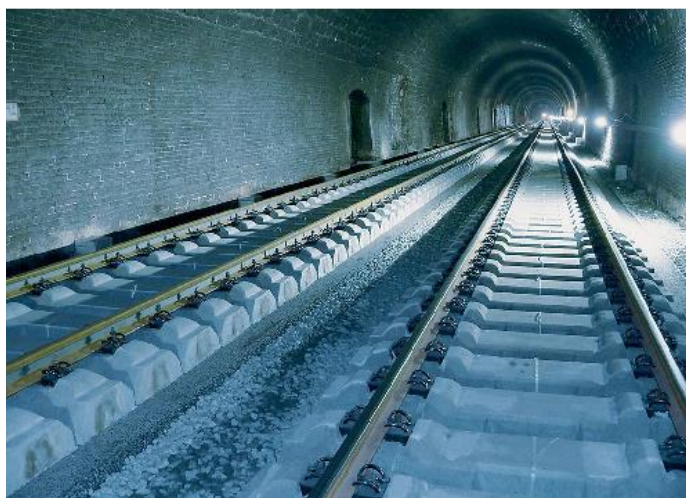
轻轨交通通常与地铁交通组合形成城市轨道交通体系。轻轨交通一般位于城区或郊区，与地铁交通工程相比，具有施工速度快、投资相对少等优点；但对线路景观要求高，施工工期及环保要求也有所不同。



一、高架桥结构与运行特点

- (1) 轻轨交通列车的运行速度快，运行频率高，维修时间短。
- (2) 桥上多铺设无缝线路、无砟轨道结构，因而对结构形式的选择及上、下部结构的设计造成特别的影响。
- (3) 高架桥应考虑管线设置或通过要求，并设有紧急进出通道，防止列车倾覆的安全措施及在必要地段设置防噪屏障，还应设有防水、排水措施。

减噪、节约、提速、平稳





(4) 高架桥大都采用预应力或部分预应力混凝土结构，构造简单，结构标准，安全经济，耐久适用，同时满足城镇景观要求，力求与周围环境相协调。

(5) 高架桥墩位布置应符合城镇规划要求，跨越铁路、公路、城市道路和河流时的桥下净空应满足有关规范的限界规；上部结构优先采用预应力混凝土结构，其次才是钢结构，须有足够的竖向和横向刚度。

(6) 高架桥应设有降低振动和噪声（设置声屏障）、消除楼房遮光和防止电磁波干扰等系统。



二、高架桥的基本结构

1. 高架桥墩台和基础

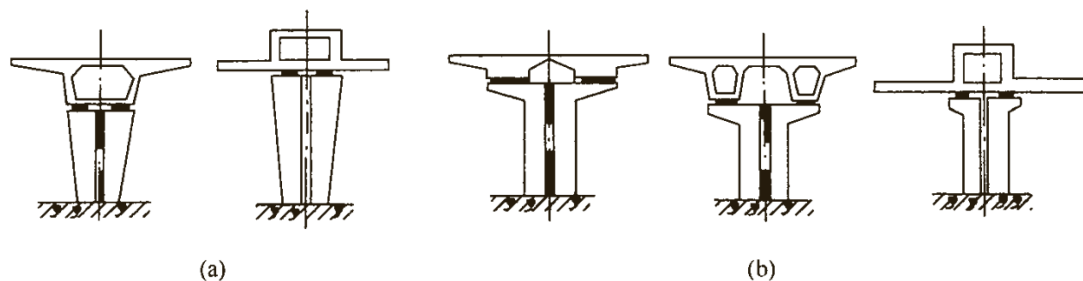
高架桥墩台的基础应根据当地地质资料确定。当地质情况良好时，应尽可能采用扩大基础。

软土地基条件下，为保证基础的承载能力，防止沉陷，宜采用桩基础。

高架桥墩除应有足够的强度和稳定性外，还应结合上部结构的选型使上下部结构协调一致，轻巧美观，与城市景观和谐、匀称，尽量少占地，透空好，保证桥下行车有较好的视线，给行人一种愉快感。

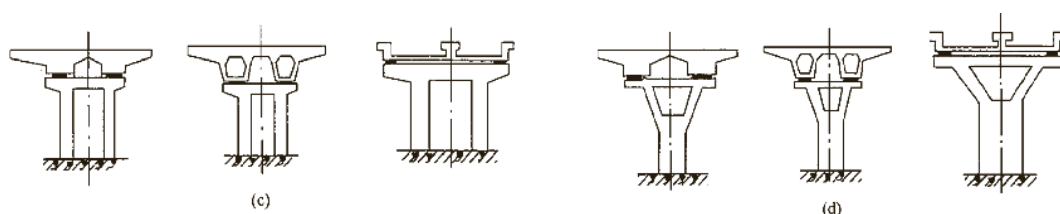


(1)倒梯形桥墩：倒梯形桥墩构造简单，施工方便，受力合理，具有较大的强度、刚度和稳定性，对于单箱单室箱梁和脊梁来说，选用倒梯形桥墩在外观和受力上均较合理。



(2)T 形桥墩：占地面积小，是城镇轻轨高架桥最常用的桥墩形式。这种桥墩既为桥下交通提供最大的空间，又能减轻墩身重量，节约圬工材料。特别适用于高架桥和地面道路斜交的情况。墩身高度一般 $\leq 8 \sim 10\text{m}$ 。

(3) 双柱式桥墩：双柱式墩在横向形成钢筋混凝土刚架，受力情况清晰，稳定性好，其盖梁的工作条件比 T 形桥墩的盖梁有利，无须施加预应力，其使用高度一般在 30m 以内。



(4) Y 形桥墩：结合了 T 形桥墩和双柱式墩的优点，下部成单柱式，占地少，有利于桥下交通，透空性好，而上部成双柱式，对盖梁工作条件有利，无须施加预应力，造型轻巧，比较美观。

2. 高架桥的上部结构

站间高架桥可以分为一般地段的桥梁和主要工程节点的桥梁。跨越主要道路、河流及其他市内交通设施的主要工程节点可以采用任何一种适用于城市桥梁的大跨度桥梁结构体系。采用最多的是连续梁、连续刚构、系杆拱。

一般地段的桥梁虽然结构形式简单，然而就工程数量和土建工程造价而言，却可能占据全线

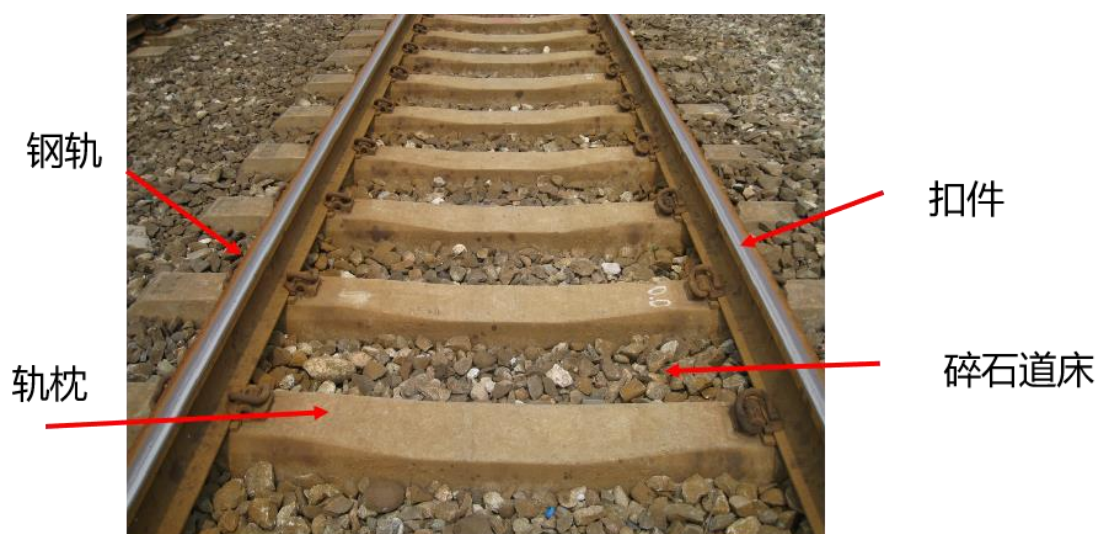
高架桥的大部份额。对于城市景观和道路交通功能的影响不可轻视。因此，其结构形式的选择必须慎重其事，多方比较。

从城市景观和道路交通功能考虑，宜选用较大的桥梁跨径给人以空透舒适感，按桥梁经济跨径的要求，当桥跨结构的造价和下部结构（墩台、基础）造价接近相等时最为经济；从加快施工进度着眼，宜大量采用预制预应力混凝土梁。桥梁形式的选定往往是因地制宜综合考虑的结果。

在建筑高度不受限制，或刻意压低建筑高度得不偿失的场合，一般适用于城市桥或公路桥的正常高度桥跨结构均可用于城市轨道交通的高架桥中。

四、城市轨道交通的轨道结构

轨道（或称为线上）是由钢轨、轨枕、连接零件、道床、道岔和其他附属设备等组成的。



一、轨道组成

（一）轨道结构

（1）组成轨道部件材料的力学性质差异极大，通过科学而可靠的方式把它们组合在一起，从而导向列车的运行、承受高速行驶列车的荷载并把荷载传递给支撑轨道结构的基础。

（2）轨道结构应具有足够的强度、刚度、稳定性、耐久性和适量弹性，并满足轨面几何平顺度，以保证列车平稳、安全、快速运行和乘客舒适，并应满足减震、降噪要求。



（二）轨道结构特点

城市轨道交通的轨道结构由于线路一般穿过居民区（地下、地面或高架），还要另外考虑以下一些问题：

（1）为保护城市环境，对噪声控制要求较高，除了车辆结构采取减振措施，必要时修筑声屏障外，轨道也应采用相应的减振轨道结构。

（2）轨道交通行车密度大，运营时间长，留给轨道维修作业的时间很短，因而一般采用较强的轨道部件。近年新建轨道交通系统的浅埋隧道和高架桥结构，基本采用无砟道床（无碎石）等少维修轨道结构。

（3）轨道交通车辆一般采用电力牵引，以走行轨作为供电回路。为减小因漏泄电流而造成周围金属设施的腐蚀，要求钢轨与轨下基础有较高的绝缘性能。

（4）受原有街道和建筑物所限，城市轨道交通曲线区段占很大比重，曲线半径一般比常规铁路小得多。在正线半径小于 400m 的曲线地段，应采用全长淬火钢轨或耐磨钢轨。钢轨铺设前应进行预弯，运营时钢轨应进行涂油以减少磨耗。



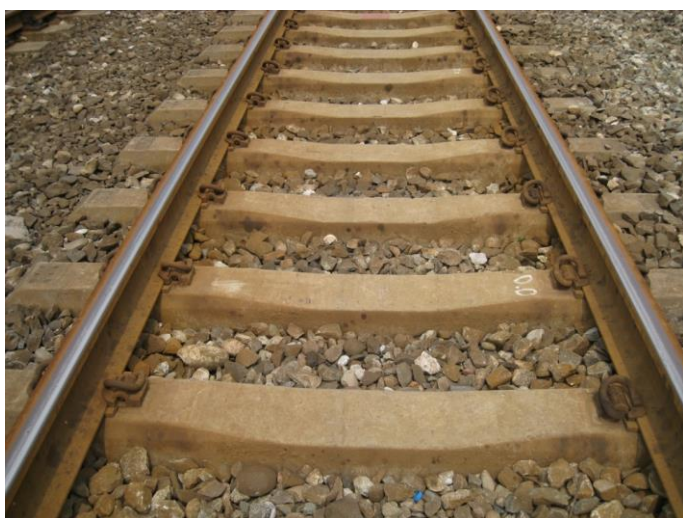
二、轨道形式与选择

（一）轨道形式及扣件、轨枕

地铁正线及辅助线钢轨应依据近、远期客流量,并经技术经济综合比较确定,宜采用 60kg/m 钢轨,也可采用 50kg/m 钢轨。车场线宜采用 50kg/m 钢轨。钢轮-钢轨系统轨道的标准轨距应采用 1435mm。

钢轮-钢轨系统正线曲线应根据列车运行速度设置超高。

轨道尽端应设置车挡。设在正线、折返线和车辆试车线的车挡应能承受以 15km/h 速度撞击时的冲击荷载。



(2) 不同道床形式的扣件宜符合表 1K413014 的规定。

扣件类型			表1K413014
道床形式	类型	扣压件	与轨枕连接方式
一般整体道床	弹性分开式	有螺栓弹条、无螺栓弹条	在轨枕预埋套管
高架桥上整体道床		有螺栓弹条、小阻力	
混凝土枕碎石道床	弹性不分开式	有螺栓弹条、无螺栓弹条	在轨枕内预埋螺栓或铁座
木枕碎石道床	弹性分开式	有螺栓弹条、无螺栓弹条	采用螺纹道钉
车场库内整体道床、检查坑			在轨枕或立柱内预埋套管

(二) 道床与轨枕（2013）

(1)长度大于 100m 的隧道内和隧道外 U 形结构地段及高架桥和大于 50m 的单体桥地段，宜采用短枕式或长枕式整体道床。

(2) 地面正线宜采用混凝土枕碎石道床，基底坚实、稳定，排水良好的地面车站地段可采用整体道床。

(3) 车场库内线应采用短枕式整体道床，地面出入线、试车线和库外线宜采用混凝土枕碎石道床或木枕碎石道床。



(三) 减振结构

(1) 一般减振轨道结构可采用无缝线路、弹性分开式扣件和整体道床或碎石道床。

(2) 线路中心距离住宅区、宾馆、机关等建筑物小于 20m 及穿越地段，宜采用较高减振的轨道结构，即在一般减振轨道结构的基础上，采用轨道减振器扣件或弹性短枕式整体道床或其他较高减振轨道结构形式。

(3) 线路中心距离医院、学校、音乐厅、精密仪器厂、文物保护和高级宾馆等建筑物小于 20m 及穿越地段，宜采用特殊减振轨道结构，即在一般减振轨道结构的基础上，采用浮置板整体道床或其他特殊减振轨道结构形式。



(四) 隔声屏障

(1) 声屏障是位于声源与受声点之间的具有足够面密度的声遮挡结构，利用声源两侧局部地区建造的有限长声屏障可使声源的运行噪声在传播过程中有一显著的附加衰减，从而减弱接收者所在的一定区域内的噪声影响，以改善周围环境的声环境质量。这样的设施就成为声屏障。声屏障的作用是阻挡直达声的传播，隔离透射声，使绕射声有足够的衰减。目前，声屏障已发展成多种多样，按降噪功能可分为扩散反射型声屏障、吸收共振型声屏障、有源降噪声屏障；

按结构类型有直立式、折壁式、表面倾斜式、半封闭或全封闭式等；根据不同顶端类型又有倒 L 型、T 型、Y 型、圆弧形、鹿角形等。

(2) 声屏障是控制噪声特别是交通噪声的重要措施，通过在穿过市区和居住区的轨道交通、高架桥、铁路等交通干线的两侧设置声屏障，实现了其他降噪手段所不能代替的效果。