



第二章 地下铁道





第一节 概述

一 引言

■ 随着改革开放，国民经济的飞速发展，做为城市建设的一个重要方面，城市公共交通必须获得，而且也必然会获得巨大的发展。

■ **城市公共交通 (urban public traffic)** 是指：在城市及其郊区范围内，为方便公众出行，用客运工具进行的旅客运输。



- **城市公共交通**对城市政治经济、文化教育、科学技术等方面的发展影响极大，现代城市公共交通结构主要包括：公共汽车、无轨电车、快速有轨电车、地下铁道和出租车等客运营业系统等。
- **地下铁道 (metro)** 是指：在大城市中主要在地下修筑隧道，铺设轨道，以电动快速列车运送大量乘客的公共交通体系，故称地下铁道，简称地铁。在城市郊区，人员车辆较少的地方，地铁线路常可延伸至地面或高架桥上。铁运输几乎不占街道面积，不干扰地面交通。



- 在我国，城市人口不断增长，机动车和非机动车数量迅速增长，很多大城市交通紧张状况非常突出，道路拥挤，交通堵塞状况十分严重。
- 根据国内、外的经验，建设大容量快速轨道交通包括地铁和轻轨运输是缓解交通紧张状况的有效途径。尤其是在市内，建设地下铁道，向地下发展是今后城市发展的一种趋势。



以地铁代替地面交通工具，有着许多的优点：

- 1、地铁交通安全、快捷、方便，一般不会堵车，所以省时、准时。
- 2、可以改造地面环境，降低噪声、减少废气污染，为把地面变成优美的步行街区创造条件：
- 3、地铁可节省地面空间，保存城市中心“寸土寸金”的地皮，
- 4、有一定的抗战争和地震破坏的能力。



二 世界各国地铁发展概况

- 1863年1月10日，世界上第一条地铁用明挖法施工在伦敦建成通车，列车用蒸汽机车牵引，线路长约6.4km。
- 20世纪上半叶，有柏林、纽约、东京、莫斯科等12座城市修建地铁，截止到1963的100年间，世界上建有地铁的城市共计26座。
- 1964—1980年的17年中，又有30多座城市修建了地铁，到1985年世界上有大约60座城市正在修建或计划兴建地铁。



- 到1985年世界上有大约60座城市正在修建或计划兴建地铁，当时全世界地铁运营里程总计约3000余km。其中纽约、伦敦均达400km，巴黎接近300km，莫斯科和东京接近200公里。莫斯科地铁的客运量居世界首位，1979年统计平均每昼夜可达650万人次，每年客运量达32.8亿人次，占全市公共交通总客运量的41%。



莫斯科地铁站



第二节 线路网的规划

一 地铁线路网规划的内容及原则

规划内容包括：

修建地铁的必要性与依据；
线路网的规模、走向、形式的确定；
车站的间距、类型和埋深；
路网中各条线路的设计要求



路网规划的原则：

- 利用城市已有的道路网，有利于人口集散，旅客换乘，车站一般以750m为吸引半径。
- 考虑城市远景发展的要求，城区改造和郊区发展的需要，地铁与地面交通的分工，配合及衔接规划期限近期为交付运营后第十年，远期为25~30年。
- 选线应从国力、地区财政、技术水平及施工能力的实际出发，要充分研究和注意到施工中可能遇到的困难，考虑到与城市其他地下建筑和管线布置的关系。



二 地铁路网的形态

地铁路网基本上可分为**放射状**、**环状**、**综合状**路网等几种形态：

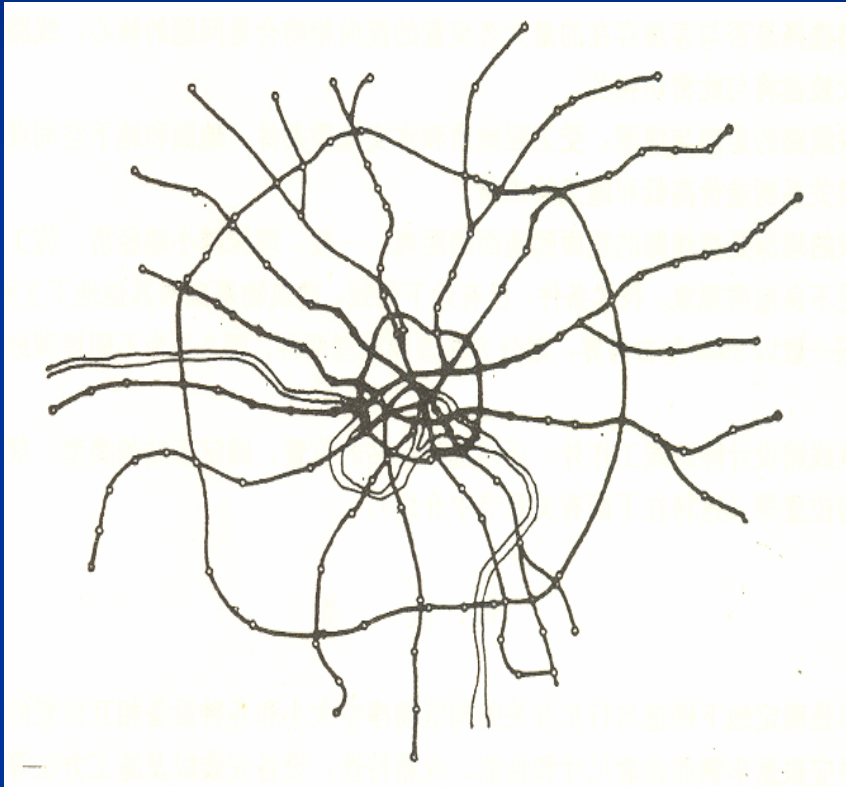
放射状路网：随着城市的发展，地铁线网由交通最繁忙的城市**中心**向城市**四周**呈放射状扩展。

环状路网：基本上与城市结构和地面上的道路系统相配合，沿城市繁华地区客流量集中的道路下呈环状布置。

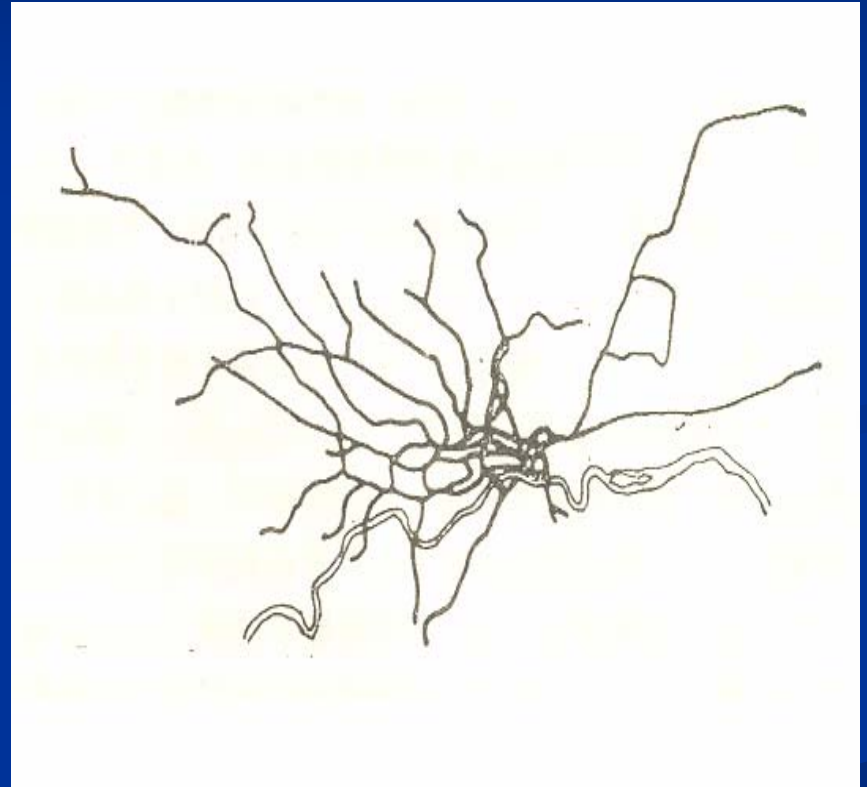
综合型路网：由放射状和环状线路组成的综合型路网。



放射状与环状综合的地铁路网

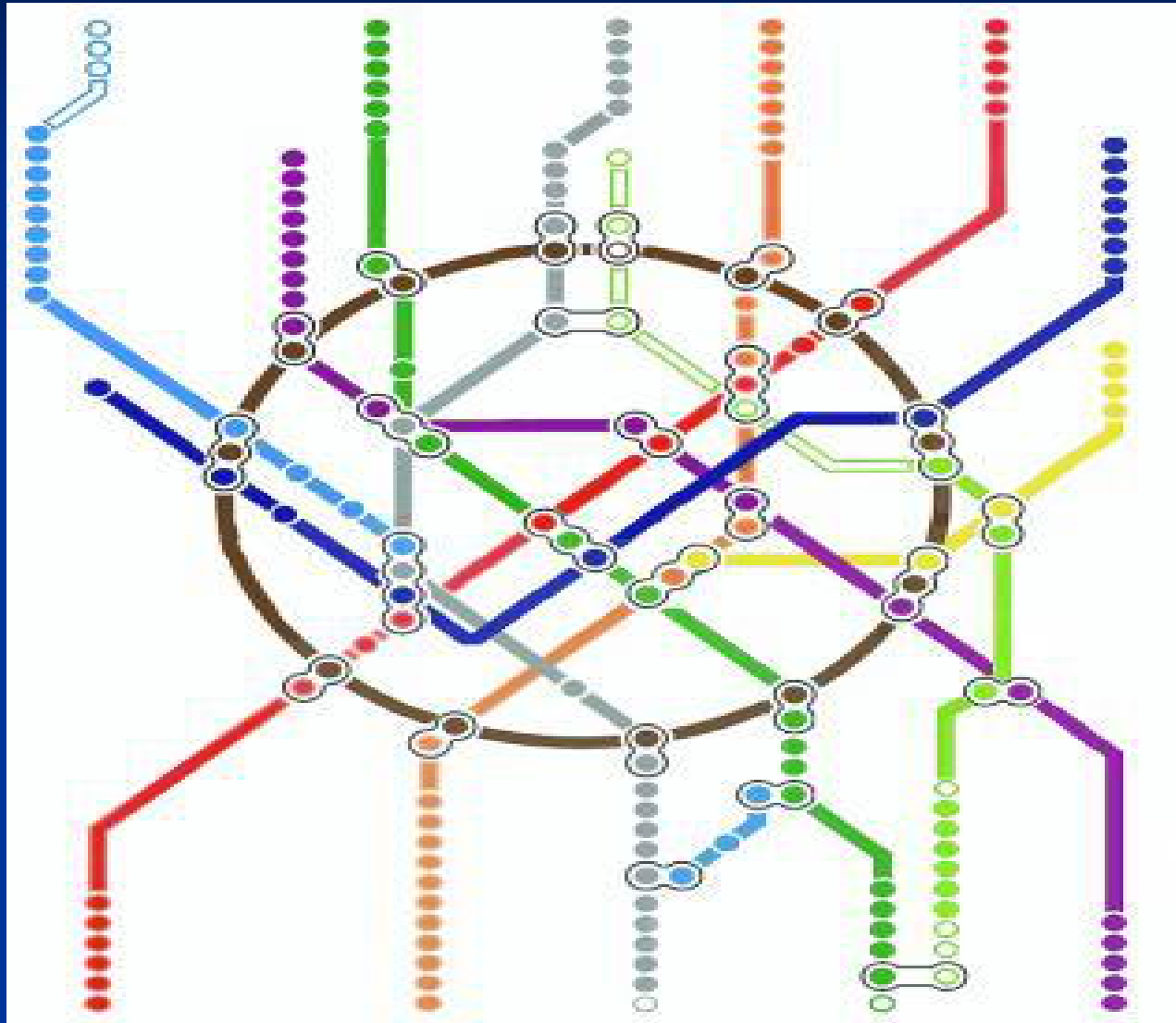


放射状地铁路网





莫斯科地铁呈辐射及环行线路





三 地下铁道的线路设计

- 在地铁路网规划中，对每一条线路进行勘测、规划、设计工作，统称为**线路设计**。
- 线路设计首先要确定线路的走向、不同线路形式（如地下、地面、高架）、位置和长度。
- 线路选择是否与客现存在的最大客流量的流向相吻合是问题的核心，线路运营后能否发挥最大效益将与此密切相关。



- **地铁线路的走向与埋深**，受工程地质和水文地质条件、地面和地下空间现状等影响较大，直接关系到造价高低和施工的难易。
- **地铁线路设计除选线工作外**，还须**选择车站的位置、确定车站的类型、规划设备段和车辆段的位置等**。



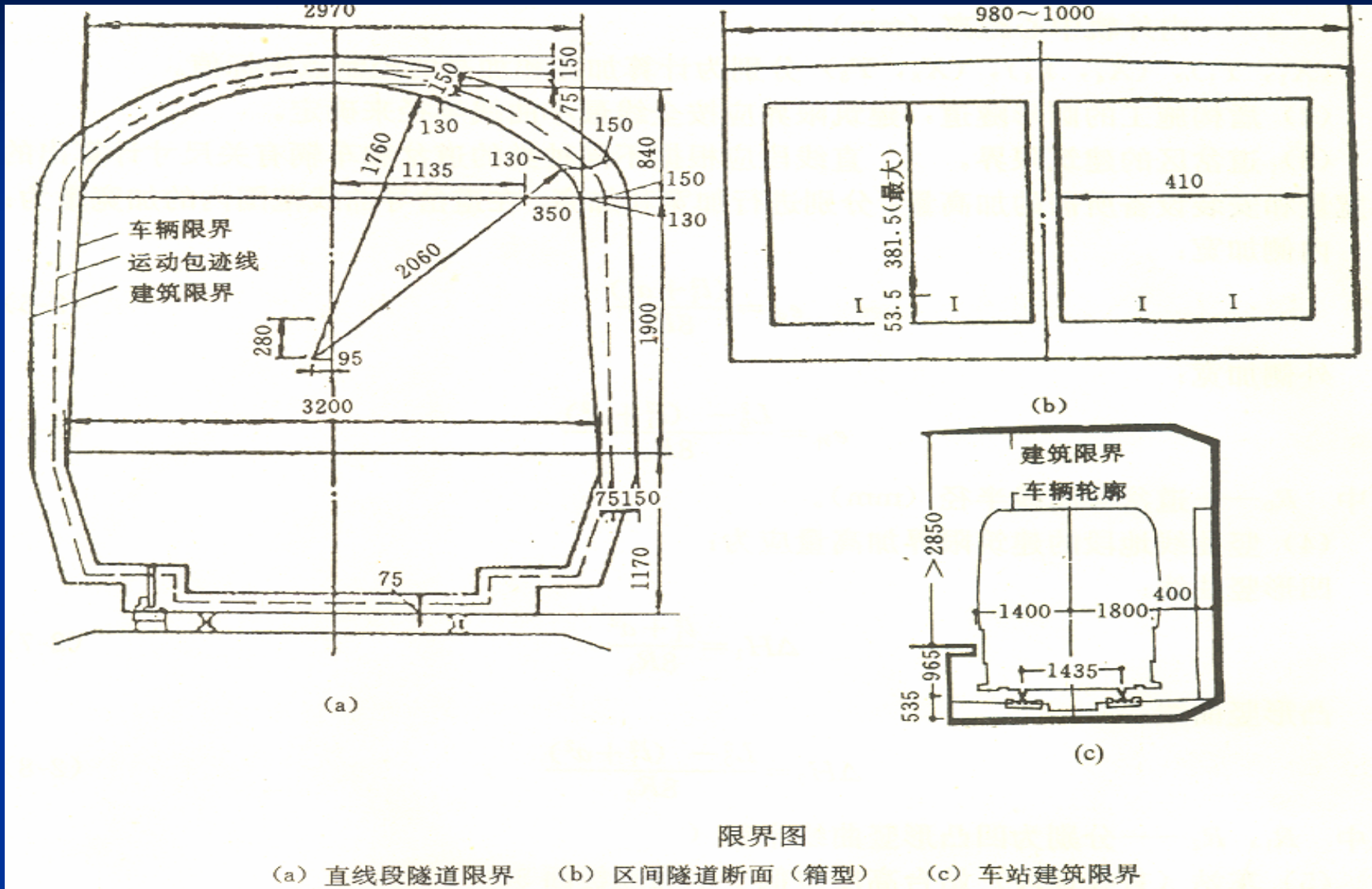
四 限界

限界是确定地下铁道与行车有关的构筑物净空大小和各种设备相互位置的依据。

- **限界应根据车辆的轮廓尺寸和性能、线路特性，设备安装以及施工方法等因素，经技术经济比较综合分析确定，在线路上运行的车辆，必须与隧道边缘、各种建筑物及设备之间保持一定的距离，以确保列车的安全运行。因此说限界是地铁设计所需的重要技术指标。**
- **地铁的限界应包括车辆限界、设备限界、建筑限界，接触软和接触网限界。**



地铁限界图





隧道建筑限界确定

1. 直线地段

区间直线地段各种类型的隧道建筑限界与设备限界之间的间距，应能满足各种设备安装的要求。



2. 曲线地段

(1) 矩形和马蹄形隧道建筑限界，应按直线地段的建筑限界分别进行加宽和加高，计算公式如下：

曲线内侧加宽：
$$E_{\text{内}} = \frac{l_1^2 + a^2}{8R} + X_4 \cos \alpha + Y_4 \sin \alpha - X_4$$

曲线外侧加宽：
$$E_{\text{外}} = \frac{L_0^2 - (l_1^2 + a^2)}{8R} + X_8 \cos \alpha - Y_8 \sin \alpha - X_8$$

顶部加高：
$$E_{\text{高}} = Y_1 \cos \alpha + X_1 \sin \alpha - Y_1$$

$$\alpha = \sin^{-1}(h/s)$$

式中 L_0 —— 车体长度 (mm)
 l_1 —— 车辆定距 (mm)
 a —— 车辆固定轴距 (mm)
 R —— 圆曲线半径 (mm)
 h —— 超高值 (mm)
 s —— 内外轨中心距离 (mm)

- $(X_1, Y_1), (X_4, Y_4), (X_8, Y_8)$ 分别为计算加宽和加高的控制点坐标值



(2)盾构施工的圆形隧道,建筑限界应按全线最小曲线半径来确定。

(3)道岔区的建筑限界。直线段应根据不同种类的道岔和车辆有关尺寸计算出的加宽量和安装设备所需的加高量,分别进行加宽和加高。在旁岔导曲线范围内的加宽量为:

内侧加宽:

$$e_{\text{内}} = \frac{(l_1^2 + a^2)}{8R_0}$$

外侧加宽:

$$e_{\text{外}} = \frac{L_0^2 - (l_1^2 + a^2)}{8R_0}$$

式中 R_0 ——道岔导曲线半径 (mm)



(4) 竖曲线地段的建筑限界加高量应为：

凹形竖曲线：
$$\Delta H_1 = \frac{l_1^2 + a^2}{8R_1}$$

凸形竖曲线：
$$\Delta H_2 = \frac{L_0^2 - (l_1^2 + a^2)}{8R_2}$$

(5) 车站站台高度应低于车厢地板面50~100mm，站台边缘距车厢外侧面之间的空隙宜采100mm。



第三节 线路

一 线路组成与设计步骤

- 线路是机车车辆和列车运行的基础，地铁线路是由路基、隧道、地铁车站、轨道组成的一个整体工程结构。
- 地铁线路按其运营中的作用，可分为正线、辅助线、车场线。



- **地铁的线路网**可由多条线路组成，但每条线路均应按独立运行进行设计，即同一城市内各条线路之间，相互不应出现平面交叉，如需要交叉，则应在线路之间的相交处按立体交叉布置。
- **线路设计**须经调查研究、勘测、方案比较来进行。勘测设计设计任务书内容要包括：建路意义、线路起终点、线路主要走向、主要技术标准、交付运营期限等。**勘测设计**大体要经过方案研究、初测、初步设计、定测、施工设计、施工监测、修改设计等过程来完成。**初步设计**要完成：线路的方案比较、选定；线路走向、机车类型、限制坡度、最小曲线半径等主要技术标准的确定及平面、纵断面设计等。



二 线路平面与纵断面

(一) 线路平面

1. 线路平面位置与埋深的确定

线路平面位置，特别是车站位置应尽可能与地面交通相对应，地下线路应尽可能采用直线，减少弯曲线路，平面位置与埋设深度应综合考虑下列因素选定：地面建筑物，地下管线和其它地下建筑物的现状与规划；工程地质与水文地质条件；地铁准备采用的结构类型与施工方法、运营要求等。



2、最小曲线半径的确定

- 当列车以求得的“平衡速度”通过曲线时，能够保证列车安全、稳定运行的圆曲线半径的最低限值，称为最小曲线半径。
- 最小曲线半径与地铁线路的性质，车辆性能，行车速度，地形地物条件等有关，它对行车速度、安全、稳定有很大影响，并直接影响着地铁建筑费用与运营费用的多少，因此最小曲线半径是修建地下铁道的一个主要技术参数。



- 最小曲线半径的计算公式为：

$$R_{\min} = \frac{11.8V^2}{h_{\max} + h_{gy}}$$

式中 R_{\min} ——满足欠超高要求的最小曲线半径 (m)

V ——设计速度 (km/h)

h_{\max} ——最大超高, 120(mm)

h_{gy} ——允许欠超高 ($h_{gy} = 153 \times \alpha$)

α ——当速度要求超过设置最大超高值时, 产生的未被平衡离心加速度, 规范规定取 $\alpha = 0.4m/s^2$



3. 缓和曲线的确定

- 在地铁线路上，直线和圆曲线不是直接相连的，它们之间需要插入一段缓和曲线，目的在于满足曲率过渡、轨距加宽和超高过度的需要，以保证乘客舒适安全。
- 缓和曲线的半径是变化的，它与的直线联接一端半径为无穷大，逐渐变化到等于所要联接的固曲线半径(R)，为便于测设，养护维修和缩短曲线长度，我国铁路常采用三次抛物线型的缓和曲线。



(二) 线路纵断面

1. 线路的坡度

地铁线路因排水的需要和各站台线路的标高不同，线路是有坡度的，坡度的大小用千分率 f 表示。各段线路上的坡度主要应该满足下列要求：

(1) 正线的最大坡度宜采用30‰，困难地段可采用35‰，辅助线的最大坡度宜采用40‰。

(2) 一般情况下线路的坡度与隧道排水沟的坡度是一致的，为了满足排水需要，隧道内的正线最小坡度不宜小于3‰



(3)隧道内车站坡度应尽量平缓，车站站台段线路坡度宜采用3‰，在困难条件下可设在2‰或不大于5‰的坡道上。但站台段线路应只设在一个坡道上，这样设计、施工均较简单，也有利于排水。

(4)根据溜车条件，车场线设在不大于1.5‰的坡道上。

(5)为便于道岔的养护和维修，道岔应铺设在较缓的坡道上，规定设在不大于5‰的坡度上，困难条件下可设在不大于10‰的坡道上。



2. 线路竖曲线半径

为保证行车平顺与安全, 当两相邻坡段的坡度代数差等于或大于2‰时, 就应设置竖曲线连接。竖曲线半径应符合下表的规定。

竖曲线半径

线 别		一般情况(m)	困难情况(m)
正 线	区间	5000	3000
	车站端部	3000	2000
辅助线		2000	
车站线		2000	



三 线路标志

- **地铁线路标志**是用来表示线路状态和位置的一种标志设施，**信号标志**是指导列车操作人员的一种标志。
- **线路上应设有以下标志**：百米标、坡度标、制动标、圆曲线和缓和曲线始点及终点标、竖曲线始点及终点标、水准基点标、限速标、警冲标、停车位位置标志等。



四、轨道

(一)轨道的组成

轨道铺设于路基上，是直接承受机车、车辆巨大压力的部分，由钢轨、轨枕、连接件、道床、道岔等组成。

1. 钢轨起直接承受车轮压力，引导车轮运行方向的作用，钢轨的类型和强度以 kg/m 来表示。我国地铁正线，辅助线一般采用 $50\text{kg}/\text{m}$ 及以上的钢轨；车场线采用 $43\text{kg}/\text{m}$ 的钢轨。钢轨接头为对接，正线、直线段、半径在 250m 及以上的曲线段采用无缝线路，其余可用连接件连接。



2、轨枕与道床

轨枕是钢轨的支座，起着保持钢轨位置，固定轨距，承受钢轨传来的压力并将其传递给道床（基础）的作用。目前隧道内多采用混凝土整体道床，地面线多采用轨枕碎石道床，高架线宜采用新型轨下基础。

3、道岔

道岔是线路连接设备之一，起着将机车、车辆由一股道转入另一股道，调车的作用。终始车站、中间站、行车线、检修线的附近，车辆需要折返、调动的部位均须设置道岔。



(二) 轨道的轨距

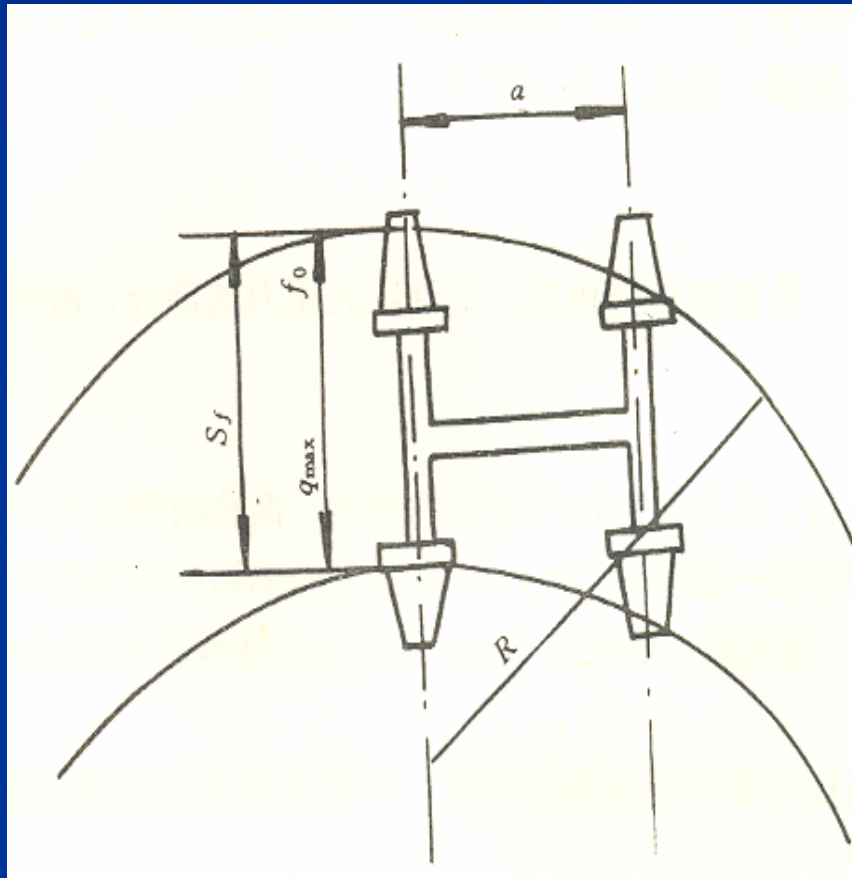
轨距是轨道上两根钢轨头部内侧间在线路中心线垂直方向上的距离，一般在轨顶下规定的部位量取。国内标准轨距是在两钢轨内侧顶面下16mm处测量为1435mm。

(三) 轨距加宽

在小半径曲线地段($R < 200\text{m}$)，为使列车能顺利通过，轨距应按标准轨距加宽。



- 地铁曲线上的轨距是按车辆在静力自由内接条件下所需的轨距来进行计算的。具体计算如下：



$$\Delta S = f_0 - \delta_{min} (= S_f - S_0)$$

$$f_0 = \frac{a^2}{2R} \times 1000$$

- ΔS ——轨距加宽量 (mm)；
- f_0 ——外轨矢距 (mm)；
- a ——固定轴距 (mm)；
- R ——曲线半径 (mm)；
- δ_{min} ——最小游间 (mm)；
- S_f ——自由内接所需轨距；
- S_0 ——直线轨道轨距；
- g_{max} ——最大轮对宽度；



(四)外轨高度

地铁车辆在曲线上行驶时，对轨道会产生离心力，使外轨承受较大压力，为此须将外轨抬高，用车体向内倾产生的重力分力来平衡离心力。外轨抬高的数量，称为超高值。超高值的计算公式如下：

$$h = \frac{11.8V^2}{R}$$

式中 h ——超高值(m)

V ——列车通过速度(km/h)

R ——曲线半径(m)

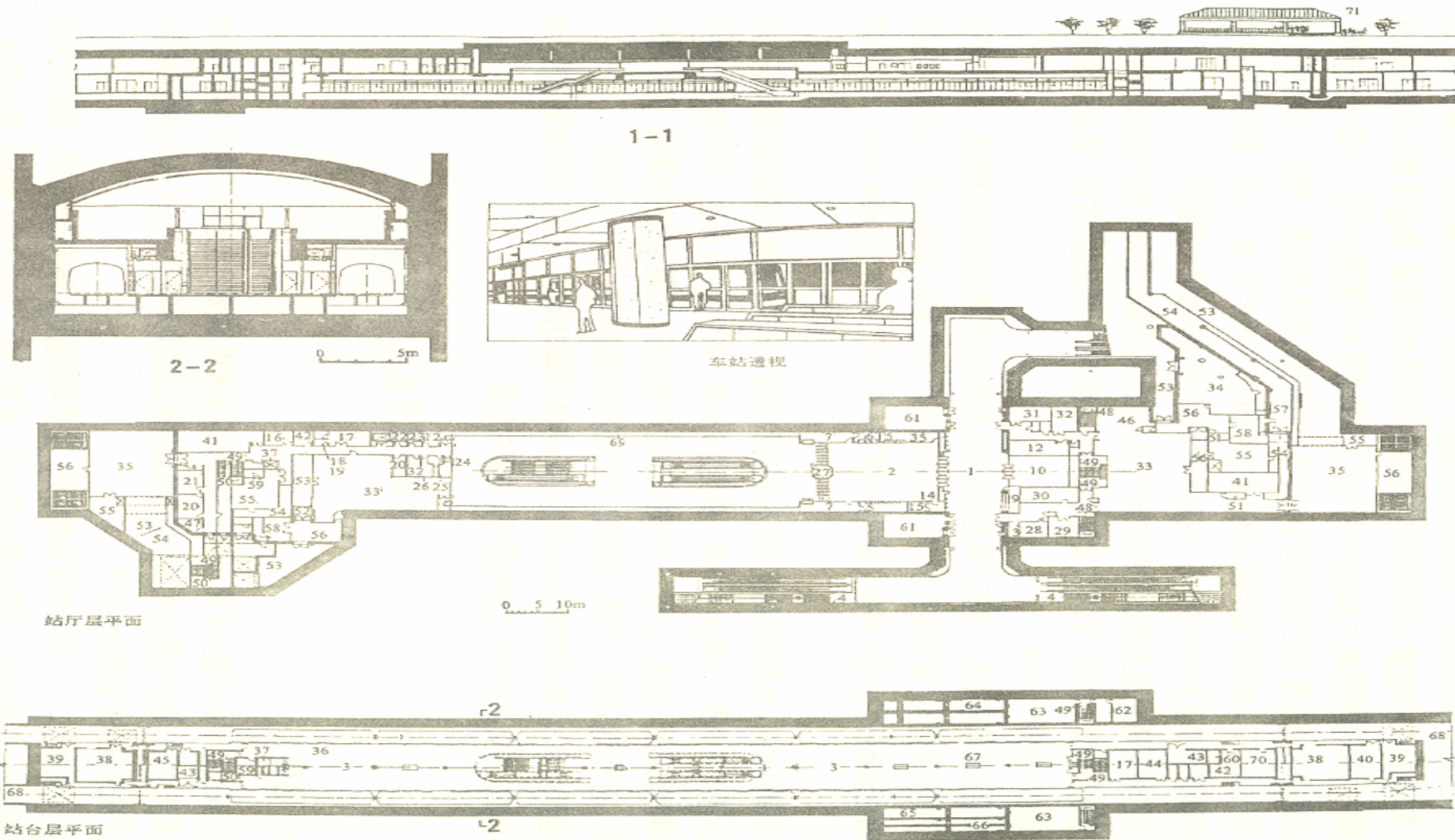


第四节 地铁车站

地下铁道车站是供乘客上下车和换乘、候车的场所，一般包括供乘客使用、运营管理、技术设备和生活辅助四大部分。供乘客使用的部分主要有地面出入口和站厅，地下中间站厅和售票厅、检票处、站台和隧道、楼梯和自动扶梯等。



■ 典型地铁车站如图





一 车站位置与类型

(一) 车站位置

- 地铁车站一般设置在地下，只有少量郊区车站设在地面。地铁车站位置通常应设在客流量大的地点，如商业中心、文化娱乐中心及地面交通枢纽等地方，以便能最大限度地吸引客流和方便乘客。为了便于下同线路间的换乘，地铁不同线路的交会处设置车站是必要的。
- 站间距离应根据具体情况确定：市区、人口稠密，人流集散点多的区域，车站设置应该密些，站间距离短些；郊区、建筑稀疏、人流集散点少，站间距离可以大一些

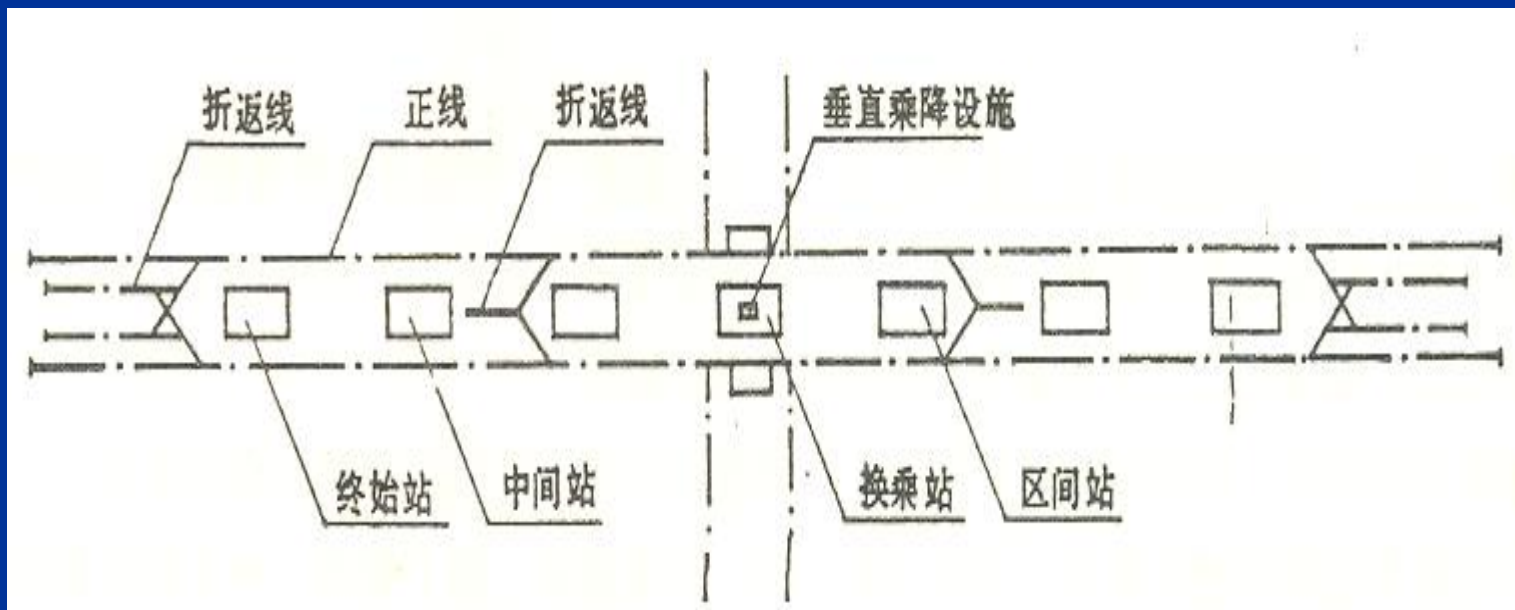


- 车站应尽量接近地面，这是因为地铁车站的造价与其埋深有关，尤其浅埋明挖车站更为明显；车站接近地面，则工程量小；方便乘客进、出车站
- 车站在有条件的情况下，应尽量布量在纵断面凸形部位上，即机车车辆进站为上坡，出站为下坡；有利于机车的起动与制动。



(二) 车站类型

按照运营功能的不同，车站类型可分为**终始站**、**中间站**、**区间站**和**换乘站**等，如下图所示。





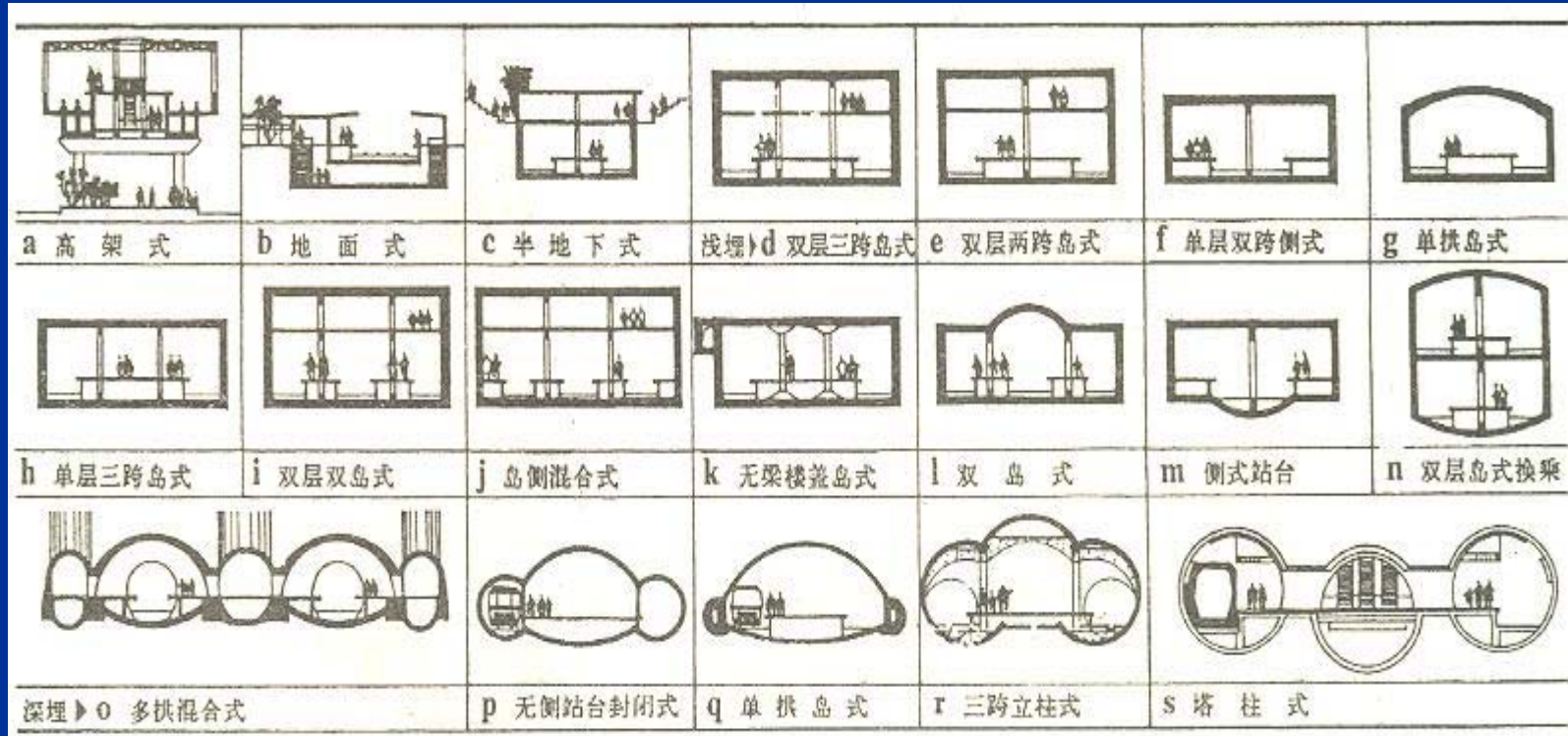
- **终始点站** 线路的始终点车站，位于线路的两端，往往设在郊外，设有线路折返设备，机车车辆可以在此折返，并可做为列车停留，临时检修用。
- **中间站** 供乘客中途上、下车之用。中间站的通过能力决定着整个线路的最大通过能力。
- **区域站** 在线路上客流量分布是不均匀的，在客流量最集中的线段两端的车站设置折返线，在客流高峰区段内增开区间列车，故称区间站或区域站，以利于客流的疏散。
- **换乘站** 位于地铁不同线路交叉点的车站，除供乘客上下车之外，还可由此站经楼梯、地道等通道去其他站层，换乘另一条线路的列车



二 站台型式

(一) 型式

地车站站台断面型式归纳起来主要型式如下图





站台型式按其其与正线之间的位置关系可分为：

岛式站台、侧式站台和岛侧混合式站台：

- **岛式站台**适用于规模较大的车站，如终始站、换乘站，这种方式上下行车线共用一个站台，可起到分配和调节客流的作用，对于乘客需要中途折返比较方便。
- **侧式站台**适用于规模较小的车站，如中间站，不同方向的两条正线分别使用各自的站台，上下行的乘客可避免互相干扰。
- **岛、侧混合式站台**多用于比较复杂的车站。如大型换乘站，一般可为一岛一侧，一岛两侧，岛式与侧式站台之间应该以天桥或地道相互连通。



(二) 站台尺寸

站台的长度、宽度和高度需要与本站的客流量、位置和功能相协调，而且要为一定时期内的发展留有足够的余地，站台的长度是站台设计、布置中最主要的因素。

1. 站台长度

我国一般采用远期列车编组的长度加1~2m。

2. 站台宽度

站台宽度一般采用经验公式计算。



三 站厅布置

站厅是地铁车站用于售票、检票、布置部分设备房间的场所，其布置方式与售票、检票方式有关，应使付费区与非付费区有明显的交界处，形成不同的功能分区。站厅布置形式一般可分为分离式、贯通式、分区式站厅，站厅也有与地下商业街连通在一起布置的。



四 出入口布置

车站出入口的主要作用在于吸引和疏散客流，它与所服务的半径范围内的居民人口数量有密切关系。因此，要在对居民出行方式调查的基础上，确定有可能使用地铁的人口比例。

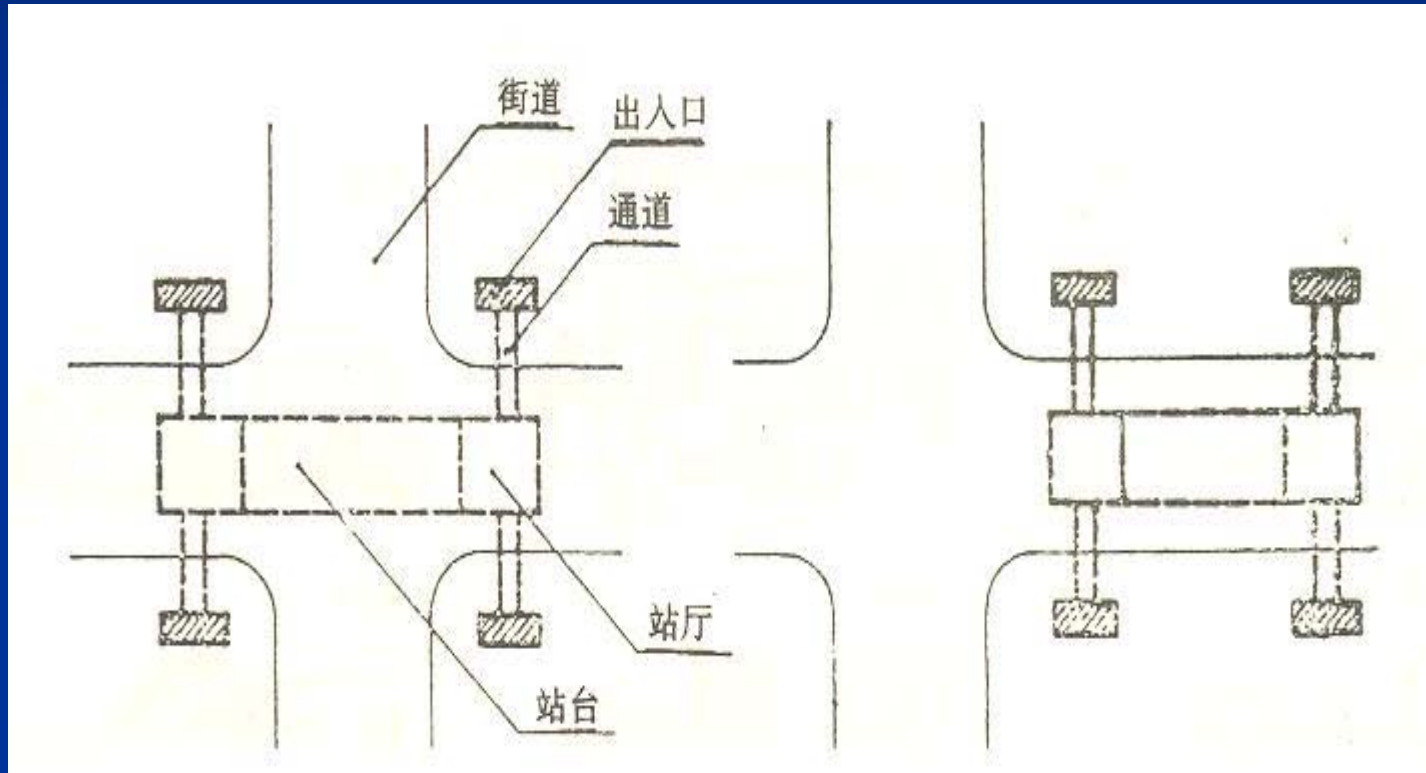


（一）出入口位置、数量及计原则

- **车站出入口的位置**，最好选择在沿线主要街道的交叉路口或广场附近，尽量扩大服务半径，方便乘客。
- **一个车站其出入口的数量**，要视客运需要与疏散的要求而定，最低不得少于2个，且在街道两侧均应设有车站出入口，**车站如位于街道的十字交叉口处客流量较大的情况下**，出入口数量以4个为宜，布置在交叉点的四角，这样利于乘客从不同方向进出地铁。处于地面多条街道相交路口的大型地铁车站，根据需要也可以设置多个出入口。



■ 街道交叉处地铁站出入口布置比较



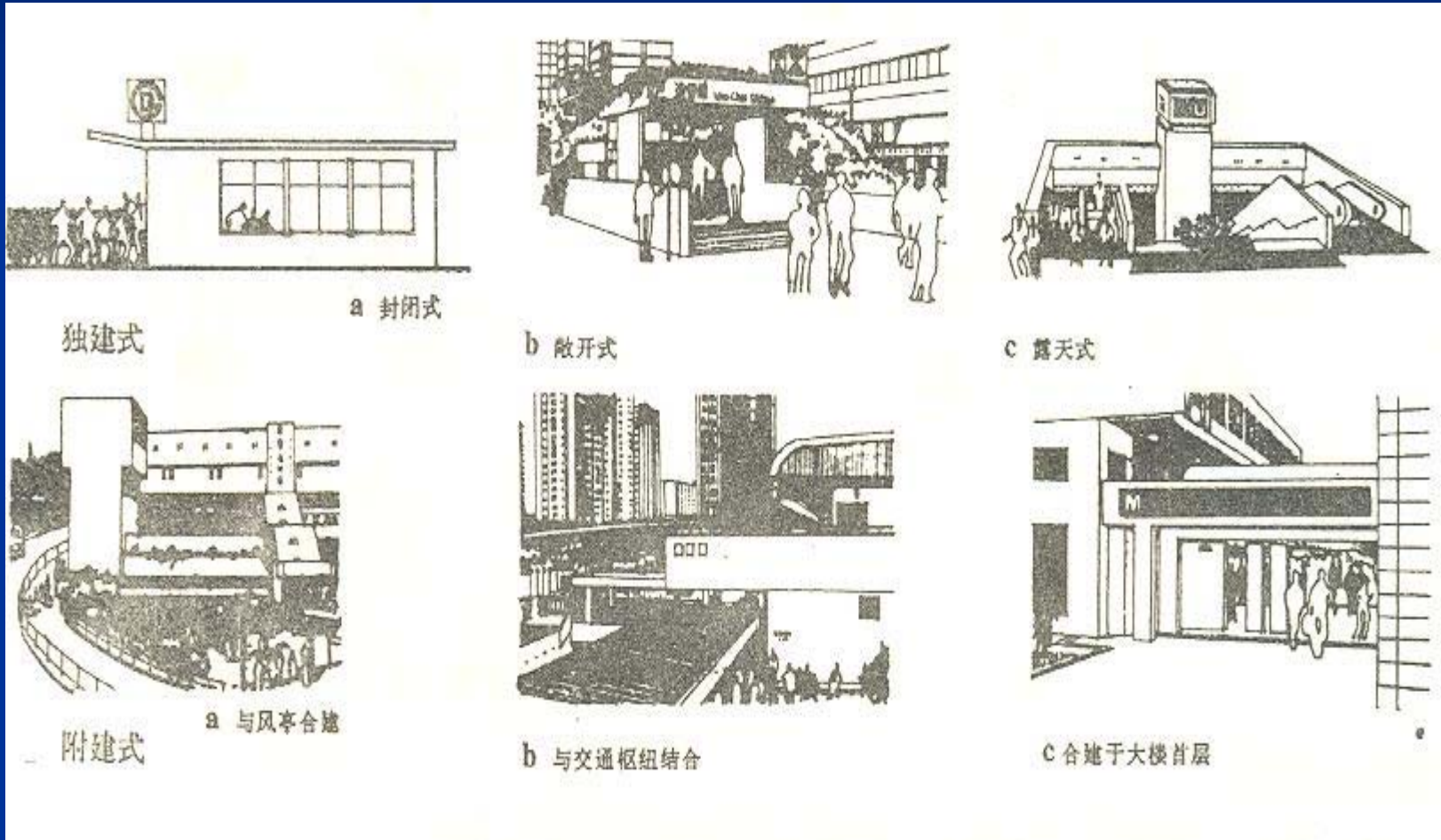


车站出入口的设计，还须考虑到下列原则和有关问题：

- 车站出入口布置应与主要客流量的方向相一致，建筑形式应考虑到当地的气候条件。
- 车站出入口和通道宜与城市地下人行过街道、地下街、公共建筑的地下层相结台或连通，统一规划，同步或分期实施建设。
- 车站出入口与地面建筑物合建时，在出入口与地面建筑物之间应采取防火措施
- 车站地面出入口上下自动扶梯的设置，应根据提升高度和经济条件而定。既要方便乘客，又不能超出财力盲目安设自动扶梯，国内一般当提升高度 $>8m$ 时设上行自动扶梯，超过 $12m$ 时，上下行均应设自动扶梯。
- 车站出入口必须设置有特征的地铁统一的标志，以引导乘客。
- 出入口宽度按计算确定，但最小宽度不应小于 $2.5m$

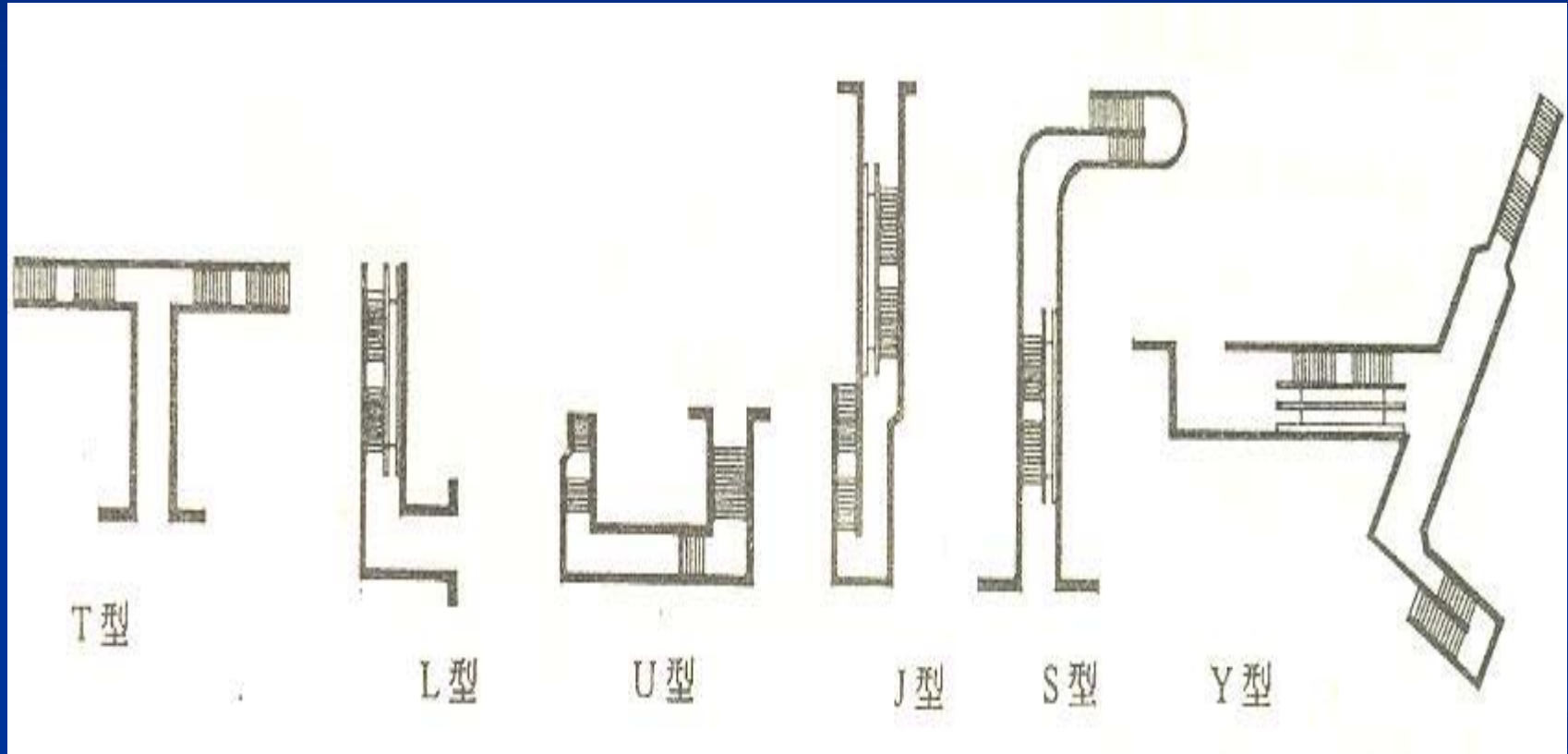


■ 地铁出入口地面建筑形式





■ 地铁出入口平面布置形式举例





(二) 出入口通道宽度

1. 出入口宽度计算

■ 1) 单向(二侧)

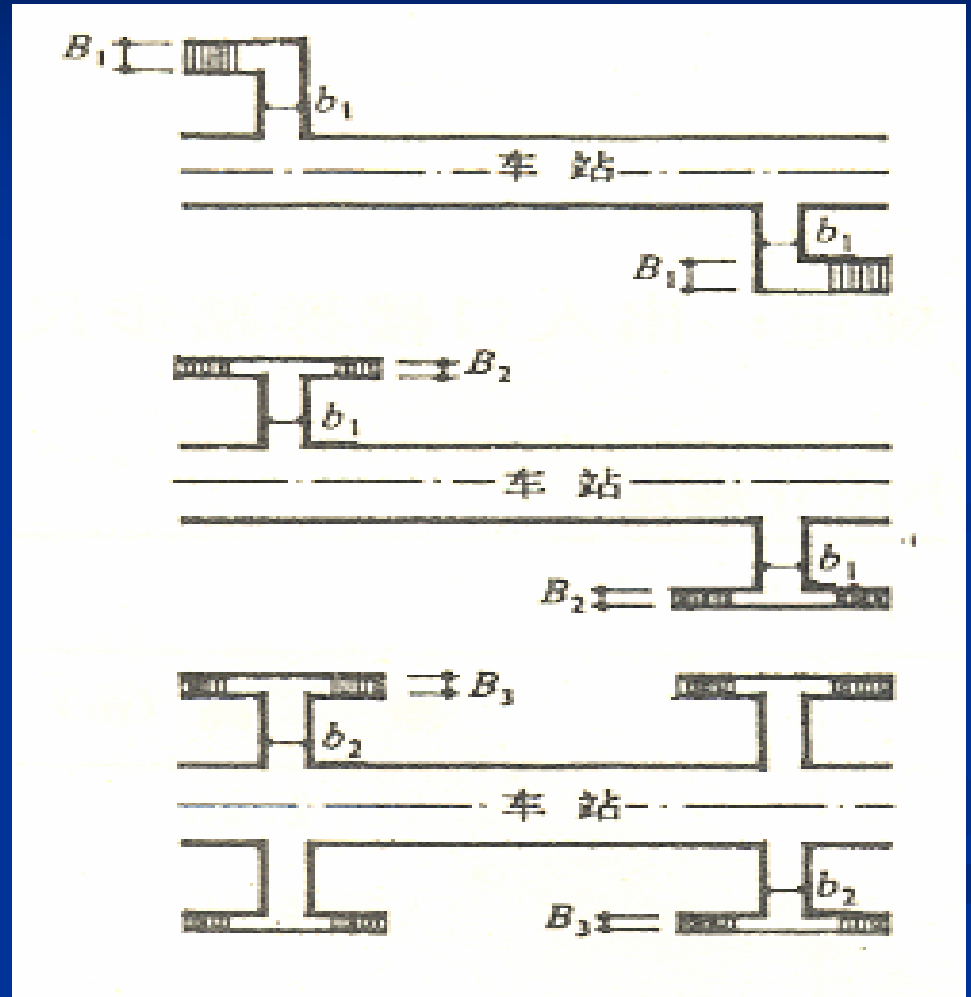
$$B_1 \geq b_1 (m)$$

■ 2) 双向(二侧)

$$B_2 \geq \frac{b_1 \times 2}{2} (m)$$

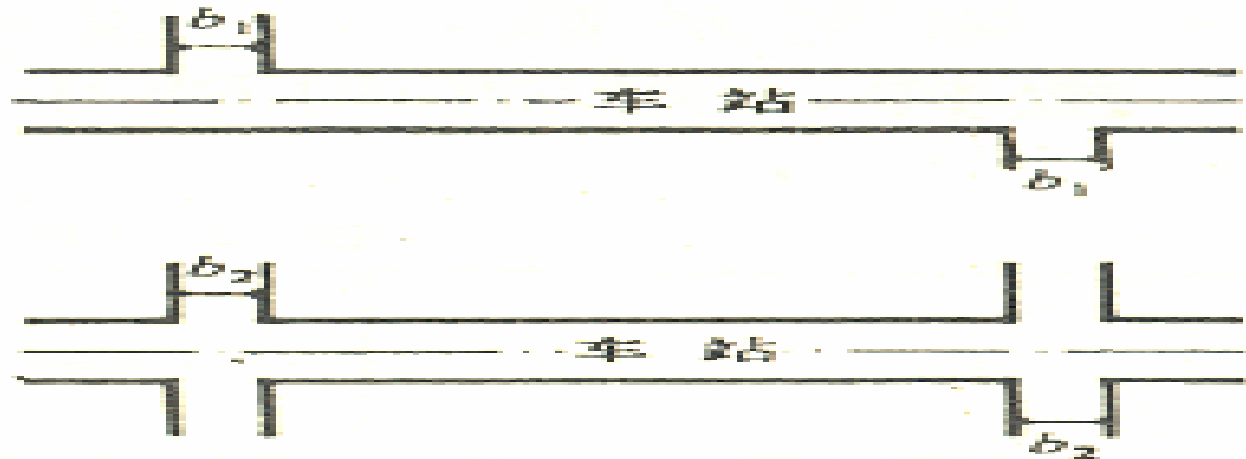
■ 3) 双向(二侧、四支)

$$B_3 \geq \frac{b_2 \times 2}{4} (m)$$





2. 通道宽度计算



1) 单支（二侧）
$$b_1 = \frac{\text{超高峰客流量} \times a}{C_1 \times 2} \quad (\text{m})$$

2) 双支（二侧）
$$b_2 = \frac{\text{超高峰客流量} \times a}{C_1 \times 4} \quad (\text{m})$$

式中 C_1 ——通道双向混行通过能力，见表 2-9；

a ——不均匀系数一般取 $a=1 \sim 1.25$ 。



3. 楼梯宽度计算

$$B = \frac{Q \times T}{C} (1 + \alpha_b)$$

- 式中： T——列车运行间隔时间(min)；
Q——超高峰通过客流量(人/min)；
C——楼梯通过能力(人/min)；
 α_b ——加宽系数，一般采用0.15。



(三) 无障碍设计

目前地铁的无障碍设计还不普及，少数发达国家在设计时，对处于市中心区的车站，每个车站要有一个以上的出入口做无障碍设计，供残疾人使用。无障碍出入口的形式可设计成斜坡道或电梯，斜坡道的最大坡度不得超过8%，最小宽度不得小于1.6m。



旺角地铁站入口



尖沙咀站升降机

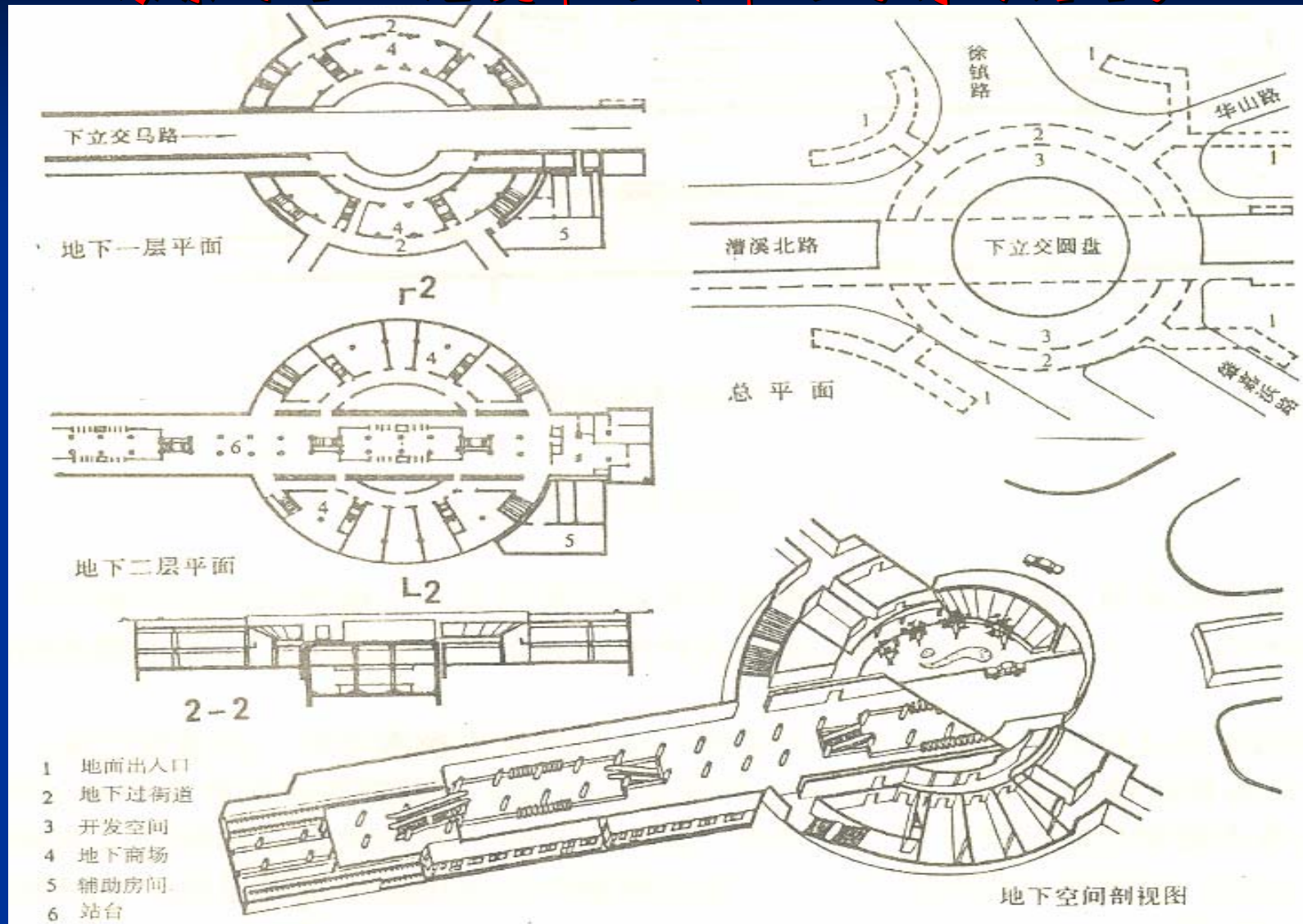


五 车站功能的综合化

- 地铁车站造价昂贵，在地下铁道的投资中所占比重很大，一般车站的造价相当于相同长度区间造价的3~10倍。因此，车站建筑设计中在有条件的情况下，应力求使车站的功能综合化。
- 地铁车站功能综合化的含义是：指与城市其它交通方式的综合，与地下市政公用设施的综合。与商业、服务设施的综合，或与民防工程设施的综合等。



■ 上海某综合化地铁车站（车站与商场结合）





第五节 运营

一 行车组织

- 地下铁道以车组方式运行，列车编组车辆数，列车数、列车间隔时间、线路条件、信号系统、车辆等设备的性能，以及行车组织管理的水平等多种因素，都直接影响着地铁线路的通过能力，地铁线路的最大通过能力是反映地下铁道技术和管理水平的一个综合性指标。
- 线路的最大通过能力是指线路每小时单方向能通过的最多列车数。我国规范暂规定最大通过能力每小时应不小于30对。



- 列车编组车辆数，应根据预测的高峰小时单向最大断面客流量和车辆的定员数确定。根据客流量逐步增加的规律，列车应相应地采用近、远两期下同编组的方式，我国目前列车编组车辆数一般为6~8辆。
- 车辆定员数除座席外，尚应计算座席占地以外的空余面积上站立的乘客数。国外有些国家为了提高舒适度，规定每平方米空余面积站立4~5名乘客。我国，鉴于人口众多的国情及当前建设地铁主要是为了解决交通拥挤的需要，采用了每平方米空余面积站立6名乘客的标准。



- **列车间隔时间**，世界各地的情况也不尽相同，目前，日本地铁列车的最短间隔时间，名古屋、大阪为2分钟，札幌为4分钟，横滨为6分钟，东京为19分钟，东京的丸之内线列车间隔时间最短，只有110秒，一小时可通过33趟列车。巴黎地铁快速路线，每小时行车60对，行车间隔只有1分钟，我国北京地铁最短间隔时间为1.5~2分钟。
- 一般情况下，在满足同样客运量的条件下，**列车间隔时间短**，可减少列车编组辆数。缩短车站长度；并可取得节省工程投资等多方面的效果。



二 通信与信号系统

(一) 通信

- 地下铁道运营自成独立系统，地铁必需设置独立的内部通信网、在规划和设计中应优先考虑数字通信。
- 地下铁道通信的主要分为：
 - (1) 专用通信。包括列车调度电话；电力调度电话；环控调度电话站；站间行车电话；局部电话；区间电话；列车无线调度电话；有线广播；列车广播；肘钟；电视监视。
 - (2) 公务通信。自动电话；会议电话



(二) 信号系统

- 地下铁道信号系统应由信号、联锁、闭塞、行车组成，并设必要的故障监测和报警设备指挥和列车运行控制设备。
- 地铁行车指挥及列车运行的控制，须要做到确保行车安全和线路最大的通过能力。
- 列车自动监控系统或行车指挥控制系统要能及时正确和不间断地发送控制信息、以及监督列车运行情况 and 现场设备状况。



三 供电

- 地下铁道的供电应根据路网规划和城市供电网络进行设计，可采用集中式供电或分散式供电。
- 变电所的数量、容量及其在线路上的分布应由计算确定。牵引负荷的计算，需根据运营高峰小时行车密度、车辆编组及车辆型式来确定。
- 地下铁道重要的电力用户，如站厅和站台照明、电动车辆、通信、信号、防火装置等均规定为一级负荷。



- 供电系统的设计要根据建设要求，会同电力部门协商并确定。
- 变电所的设计应满足自动化的要求和实现远程监控的需要。
- 牵引电网由接触网和回流网组成，接触网按安装位置和接触导线的不同可分为：接触轨、架空接触网。



四 通风及环境监控

- 为创造舒适的地下铁道环境必须建立通风系统。
- 地下铁道通风采用隧道通风系统、局部通风系统，当必要时还须采用空调系统。隧道通风系统主要解决车站、区间隧道、折返线、尽端线等部位的通风问题。车站内的设备和管理用房应设置局部通风或局部空气调节系统。



五 防灾

地铁防灾主要指地铁运营之后，对可能发生、遇到的火灾、水淹、地震等灾害的防治。

(一) 地铁防火

- 防火必须贯彻“顶防为主，防消结合”的原则，地铁工程各部位的设计与施工均应严格按照建筑防火技术要求做。
- 地铁车站和附设于地铁的地下商场等公共场所，均应按规定设防火分区；用防火分隔物隔开，必要部位设置防火门；每个防火分区安全出口的数量不应少于两个，并应有一个出口直通安全区域。



- 出口楼梯和疏散通道的宽度，按远期高峰小时客流量时发生火灾的情况，应保证6分钟内能将一列车乘客和站台上候车的乘客及工作人员疏散完毕。
- 地铁发生火灾时，造成人员伤亡的主要原因是被烟气熏倒、中毒、窒息，因此，有效的排烟是地铁火灾时救援的重要组成部分，必须强调地铁车站和区间隧道要具备事故机械通风系统，事故机械通风系统虽与正常通风要求不同，但设计时两者可共用一个系统，而该系统必须同时能满足事故通风和正常通风的要求。



(二) 防水淹

地铁设计本身已在地面出入口标高的确定时，考虑到了防水淹问题，但对暴雨雨水涌入及“水域”地区发生地震等因素造成结构裂隙，水流进入地铁的情况仍须设防。主要措施有：

1. 插板防水灌入
2. 设双道防水门
3. 抬高标高
4. 设置防水盖
5. 修筑防水壁
6. 作防水隔断门



（三）防灾报警与监控系统

- 地铁所发生的灾害有火灾、水淹、地震、风灾、雷击、停电、行车事故和人为事故等，危害性最大的是火灾。预防火灾是地铁首位的防灾任务。防灾自动报警系统主要指火灾自动报警系统。
- 火灾自动报警系统由火灾探测器，区域火灾自动报警控制装置、信号传输通道、集中火灾自动报警控制装置以及其他辅助功能的装置组成。
- 地铁的每个车站内应设防灾控制室，整个地下交通网设防灾控制中心，实行两级管理。



第六节 地铁举例

上海是全国最大的工业城市，道路狭窄，交通拥挤矛盾十分突出，建造大容量的快速有轨交通（地铁），成为上海市城市基础设施的重要项目。现介绍一下上海地铁一号工程。





(一) 线路规划

- 上海市地铁网路总体规划共有7条线路，总长约176km，首先修建的一号线，全长14.81km。
- 1号线沿线地势平坦，平均标高约3.46m。最大高差1.9m。自新龙华站至人民广场站，线路基本沿主要交通干道设置，沿线共设13个车站；平均站间距1.2km，正线最小曲线半径为300 m。最小竖曲线半径为3000m。



(二) 客流预测

客流预测在市公用局OD调查，居民出行抽样、2000年城市规划资料基础上，接近期40000人次，远期60000人次的客流量来进行设计。

(三) 车站

1号线共设13座站，其中12座设在地下，地下车站均为二层式箱形结构。除有折返线或渡线的车站外，典型车站的长度约为230m，地下一层为站厅层，二层为站台层，车站结构的中段为供旅客使用的公用部分，两端为环控、变电、通信信号等机电设备及管理用房。站厅一层设二至四个出入口与街道连接。站厅内分付费区与非付费区两大部分。



（四）区间隧道

- 一号线漕宝路站至新客站的所有上、下行区间隧道均为单线圆形隧道，隧道外径6.2m，内径5.5m。考虑施工误差、不均匀沉降等因素后，有效内径按5.1m来进行限界设计。

（五）电动客车与供电

- 电动客车为八节编组，列车总长185m，每辆车体长22.6m，车体宽3m。列车最高速度80km/h；运营速度33km/h。一号线设计能力60000人次/h，最短行车间隔二分钟，高峰小时内每列车载容量为2000人，考虑非均匀性，每列车设计载容量为2400人。



- 列车运行采用中央控制室电脑控制，人工监督的自动列车控制（ATC）系统，驾驶员与中央控制室或车站控制室之间采用无线通信。
- 电动客车采用1500V直流架空线网受电方式。供电设两路独立电源，由华东电网向两个主变电站供电；7座牵引降压电站，将380V进线电压降压、整流为1500v直流，各车站设降压变电站将10kV进线电压降为380V及220V供动力及照明之用。



（六）结构及施工方法

- 区间隧道全部采用预制钢筋混凝土管片为衬砌，结构厚度35cm。采用高精度钢模加工管片（精度为正负1mm）以保证衬砌的防水性能，拼装接缝用氯丁橡胶防水条和遇水自膨胀性橡胶防水条阻止渗漏。
- 区间隧道采用盾构法施工，市区施工所用为土压平衡式盾构，特殊地段采用泥水加压式盾构。



- 车站的外围结构全部采用现浇地下连续墙，厚度0.62-1.00m，地下连续墙施工阶段起挡土墙作用，施工结束后作永久结构使用。顶底板及内部结构均采用现浇钢筋混凝土结构、内部结构施工，一般为顺筑法，特殊情况下采用逆筑法。



■ 上海地铁一号线区间隧道布置

