



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

线网规划

第六章

主讲：牛红凯

目录



在线开放课程

- 6.1 概述
- 6.2 线网合理规模确定
- 6.3 线网结构分析
- 6.4 线网规划方法
- 6.5 线网方案评价

6.1 概述

- 定义：城市轨道交通线网规划，就是在一定的线网规模条件下确定线网的形态以及各条线路的具体走向。
- 意义：线网规划是保证轨道交通建设的科学性、合理性、经济性以及可操作性的关键环节。它的意义主要体现在三个方面：
 - (1) 城市轨道交通项目投资巨大，而且线路一旦建成很难更改，因此必须综合考虑各种因素，科学合理地规划线网；
 - (2) 线网规划合理与否，直接影响到线路运营后的客流吸引程度，进而影响到轨道交通系统的社会效益；
 - (3) 轨道交通线路对城市土地利用具有强大的引导作用，合理的线网规划能够有效促进城市结构的调整。

6.1 概述

- 城市轨道交通线网规划的一般原则：
 1. 满足城市主干客流的交通需求是城市轨道交通线网规划的根本原则；
 2. 线网规划要与城市发展规划紧密结合，并适当留有发展余地；
 3. 线网规划要与城市的性质、地貌和地形相联系；
 4. 规划线路要尽量沿城市干道布设；
 5. 线网中的线路布置要使线网密度适当、乘客换乘方便，线网中各条规划线路上的客运负荷量要尽量均匀；
 6. 城市常规公共交通网络与轨道交通线网要衔接配合好，充分发挥各自优势。

6.1 概述

- 轨道交通线网规划的工作流程：
 - (1) 规模匡算；
 - (2) 结构分析；
 - (3) 方案生成；
 - (4) 客流预测；
 - (5) 评价优选；
 - (6) 实施规划。

6.1 概述

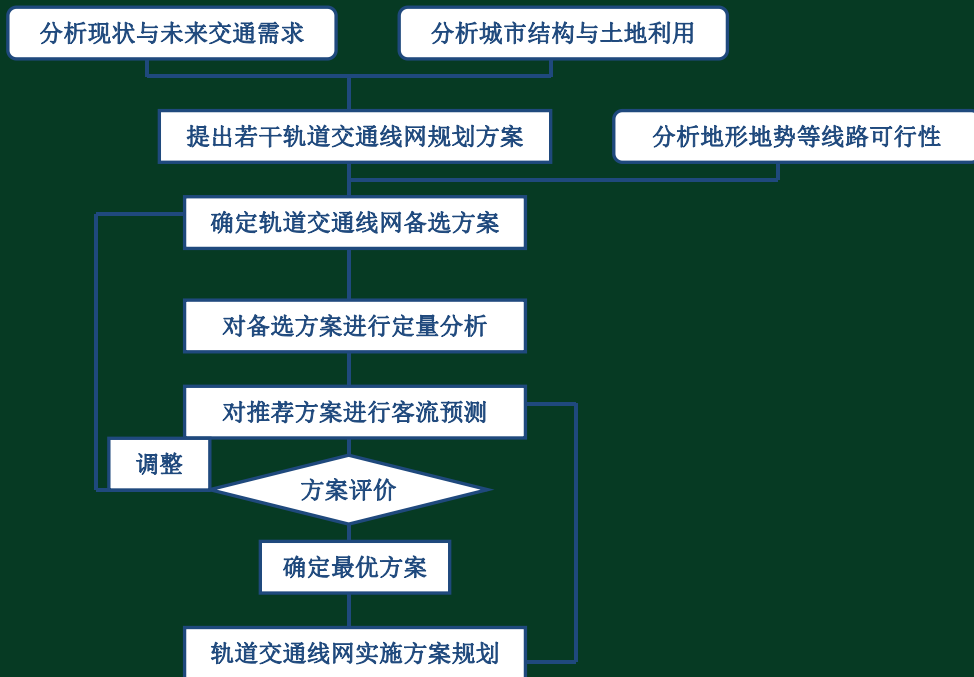


图1 轨道交通线网规划的工作流程

6.2 线网合理规模确定

- 意义：

研究轨道交通线网规模的目的是从宏观上探讨规划对象城市轨道交通建设的合理规模，作为制定线网规划方案的参考。因为它并未同具体的轨道交通线路的布线等联系起来，所以只是从宏观上给出判断轨道交通合理规模的上下限，是支持定性分析的参考数据。

6.2 线网合理规模确定

- 影响城市轨道交通线网规模的因素：
 1. 城市交通需求的强度与分布特点；
 2. 城市规模形态和土地使用布局；
 3. 城市社会、经济发展水平。

6.2 线网合理规模确定

- 以线网负荷强度计算线网规模

$$L = Q/q$$

式中：L为线网中规划线路总长度，km；Q为轨道交通需求预测总量，万人次；q为线路负荷强度，万人次/km。

线网负荷强度是指轨道交通线路每日每公里平均承担的客运量，它是反映轨道交通线网运营效率和经济效益的一个重要指标。世界上一些城市线网负荷强度分别见表1。

表1 世界几大城市轨道线网负荷强度（万人次/日 km）

城市	巴黎	柏林	纽约	伦敦	东京	莫斯科	香港	北京
负荷强度	1.64	0.85	0.71	0.32	3.17	3.32	4.56	3.67

6.2 线网合理规模确定

- 以人口线网密度计算线网规模

$$L = \delta \cdot M$$

式中：L为线网中规划线路总长度，km； δ 为人口线网密度指标，km/百万人；M为市区总人口数，百万人。

表 2 国外大城市轨道交通人口线网密度（单位：km/百万人）

城市	伦敦	巴黎	纽约	柏林	东京	莫斯科	北京	香港
线网密度	140	90.9	61	43.7	25.3	26.5	9.72	9.73

6.2 线网合理规模确定

- 以面积线网密度计算线网规模

$$L = \delta \cdot S$$

式中：L为线网中规划线路总长度，km； δ 为面积线网密度指标， km/km^2 ；S为市区总面积， km^2 。

表3 国外大城市轨道交通面积线网密度（单位： km/km^2 ）

城市	伦敦	莫斯科	巴黎	纽约	墨西哥	东京	汉城	新加坡	北京	香港
线网密度	0.24	0.21	0.73	0.44	0.12	0.39	0.19	0.11	0.34	0.36

6.2 线网合理规模确定

- 小结：

以上方法分别体现了城市交通需求、城市人口规模和城市用地规模等主要因素对轨道线网规模的影响作用，应用时可采用上述公式分别计算出应有的线网总长度，然后取其平均值或最大值，作为控制线网规划线路总长度的参考值。

需要指出的是，定量分析的计算结果只能反映出问题的局部，应用时也不可忽略一些不能量化的因素，如城市的组团结构、城市的经济条件等对轨道线网规模的影响作用，应力求做到全面分析，综合考虑。

6.3 线网结构分析

线网规划设计就是在一定的线网规模条件下确定线网的形态以及各条线路的具体走向。不同的线网形态结构对线网运营效率及城市发展都有非常重要的影响。因此在进行线网规划之前，应该了解一些典型线网结构的特点。

6.3 线网结构分析

- 两条线路间基本关系分析：

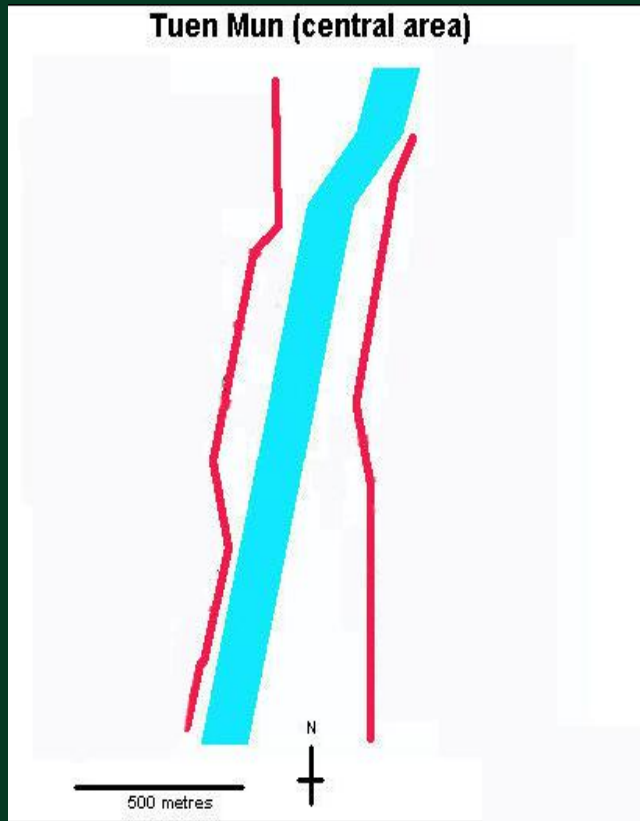
线路是线网的基本组成要素，分析两条线路之间的关系，可以从局部了解线网的特征。两条线路所构成的形态按其交叉点的多少，可分为以下3类：

- (1) 线路之间无交叉
- (2) 线路之间交叉一次
- (3) 线路之间交叉两次及以上

6.3 线网结构分析

- (1) 线路之间无交叉

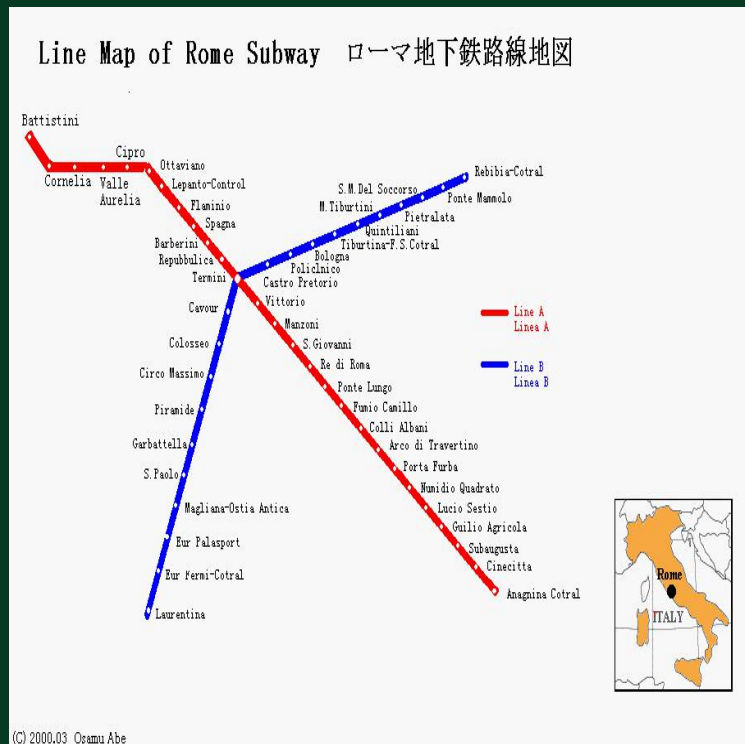
两条线路之间无法实现直接换乘，而是通过与这两条线路都交叉的线路进行两次或两次以上的换乘来实现，或是通过其它出行方式来实现，因而这两线之间的客流转线很不方便。



6.3 线网结构分析

(2) 线路之间交叉一次

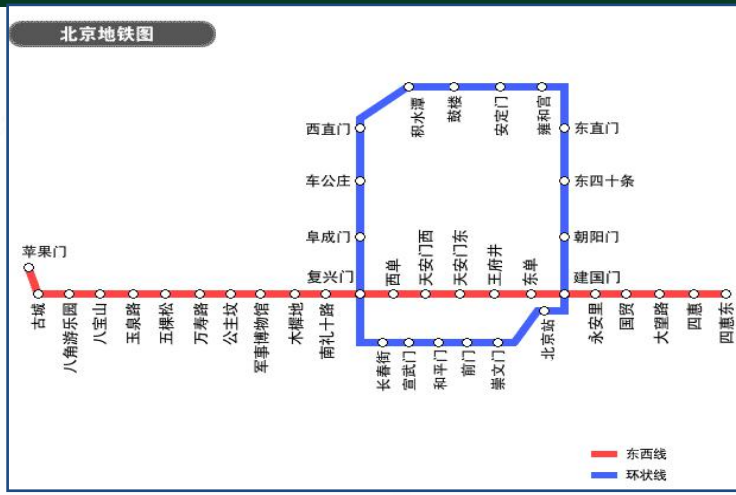
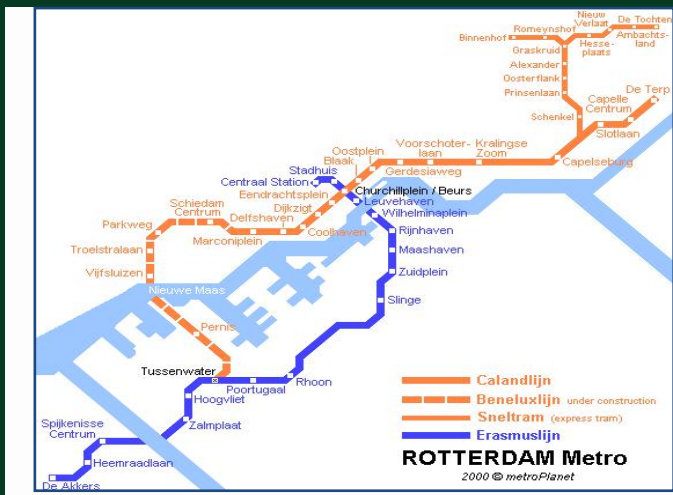
两线之间存在一个换乘站。线路交叉的形态呈“十”字形、“X”字形、“T”字形及“Y”字形四种。线路之间交叉一次，使得两条线路之间可以实现直接换乘，但是当换乘客流很大时容易引起换乘客流的相互干扰和混乱。



6.3 线网结构分析

- (3) 线路之间交叉两次及以上

两条线路之间相互交叉两次，使构成两个交叉点，两者间的距离可以较远，也可较近，甚至是紧邻的两个站。



6.3 线网结构分析

- (3) 线路之间交叉两次及以上

当两条线路在某些地段的换乘客流量特别大，一个换乘站无法满足要求时，会采用连续换乘的方式，形成两个及以上的交叉点。

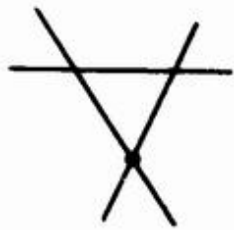


6.3 线网结构分析

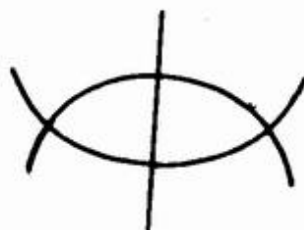
- 三条线路构成线网的基本组合形式：



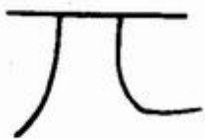
星形



三角形



“日”字形



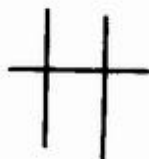
“π”字形



“下”字形



“大”字形

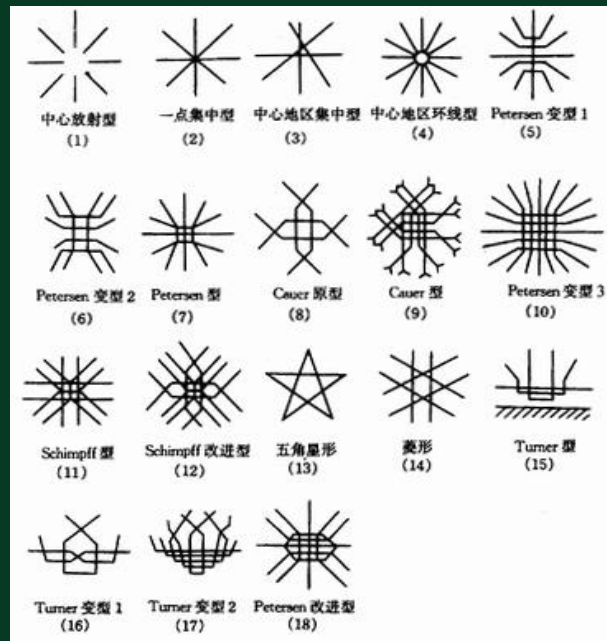


半“井”字形

6.3 线网结构分析

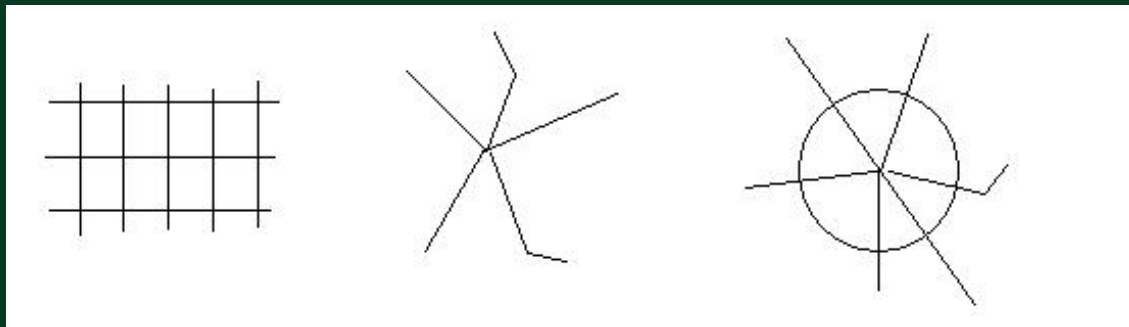
- 多条线路构成的网络形态：

大城市的轨道交通线路一般是三条以上，这些线路相互组合，并受各个城市具体的人文地理环境等条件制约，便形成了千姿百态的线网形态。将这些线网形态抽象、归类，可归结为右图所示的18种线网形态结构。这些线网形态结构的一个共同特点是：在城市的外围区轨道交通线路呈放射状，密度较低，形成主要的交通轴向，而在内城区轨道交通线路密度较高，形成以三角形、四边形为基本单元的网络结构。



6.3 线网结构分析

- 在上图所示的18种线网形态结构中，最常见、最基本的线网形态结构是网格式、无环放射式及有环放射式三种。下面对这三种类型的线网结构特征加以分析。



6.3 线网结构分析

• (一) 网格式

网格式线网的各条线路纵横交叉，形成格栅状或棋盘状。网格式线网中的线路走向比较单一，其基本线路关系多为平行与十字交叉两种，例如大阪及墨西哥城市地铁线网就是这种类型。

优点：线路分布比较均匀，客流吸引范围比例较高；乘客容易辨识方向；换乘站较多，纵横线路间的换乘方便。

缺点：线路走向比较单一，对角线方向的出行需要绕行；平行线路间的换乘比较麻烦，一般要换乘2次或以上。

6.3 线网结构分析



6.3 线网结构分析



6.3 线网结构分析

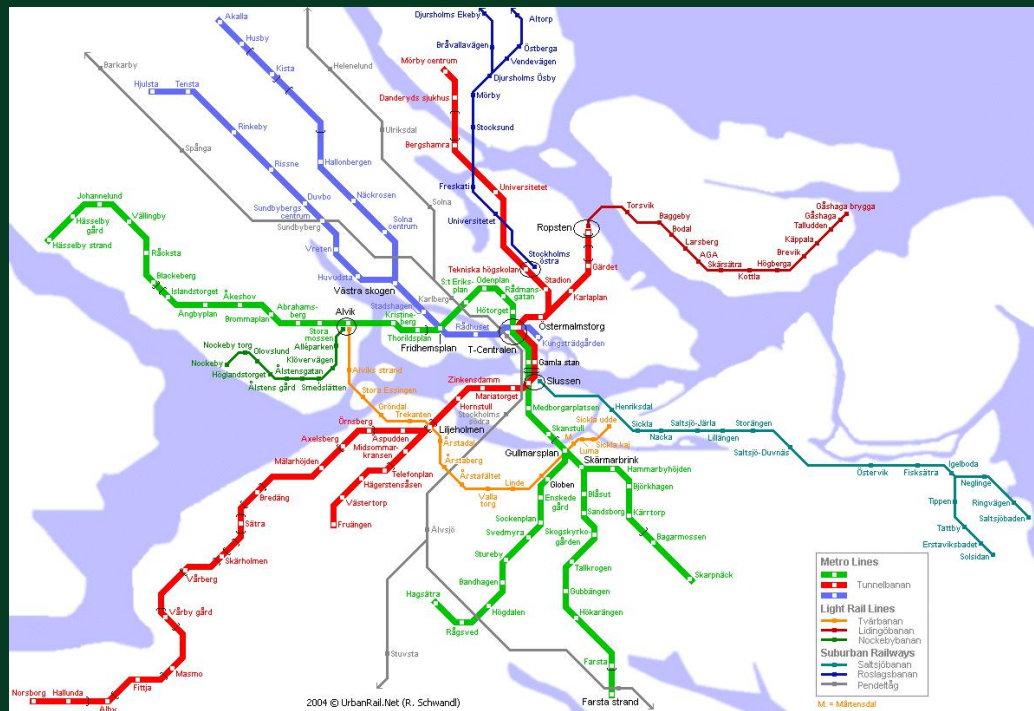
• (二) 无环放射式

无环放射式线网是由若干穿过市中心的直径线或从市中心发出的放射线构成。

优点：线网中心点的可达性好，市中心与市郊之间的联系方便；任意两条线路之间均可实现直接换乘，线网连通性好；

缺点：由于没有环行线，圆周方向的市郊之间缺少直接的轨道交通联系；当3条及以上轨道交通线路在中心点交汇时，换乘站的设计施工困难，旅客换乘不便，客流量难以疏散。

6.3 线网结构分析



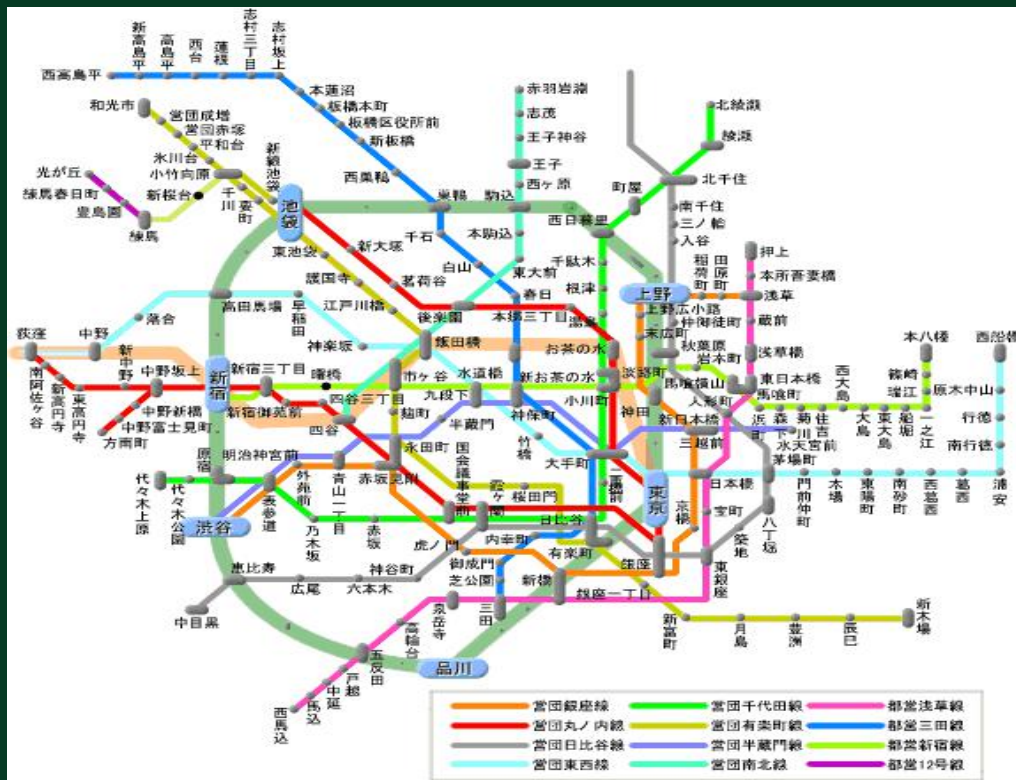
6.3 线网结构分析

- (三) 有环放射式

有环放射式线网由穿越市中心区的径向线及环绕市区的环行线共同构成。在一些轨道交通线网规模不大的城市，环线一般只有一条；而在轨道交通发展比较成熟的城市，如莫斯科、东京等，会出现两条或两条以上的轨道交通环线。

有环放射式线网结构是在无环放射式线网结构的基础上加上环形线形成的，是对无环放射式的改进，因而既具有无环放射式线网的优点，又克服了其周边方向交通联系不便的缺点。

6.3 线网结构分析

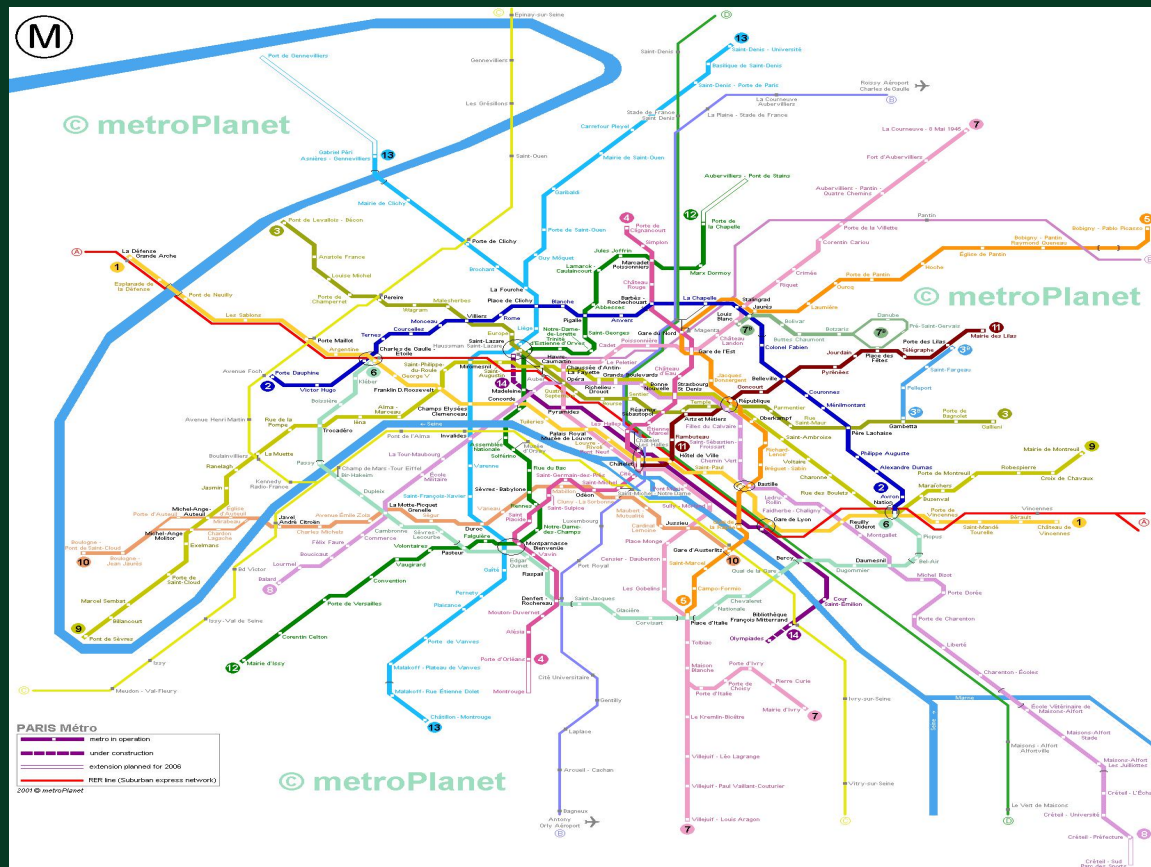


6.3 线网结构分析

- 小结

合理的线网结构是整体规划的产物。莫斯科地铁网络的结构是公认的最合理的，它服从于统一的经过周密考虑的线网规划；而巴黎地铁的图式受到批评，在巴黎最初设计和修建的5条地铁路线，只有2条为城市中心服务，以后修建的新线在地下沿地上干线的走向敷设，结果形成有很多频繁交叉路线的结构。伦敦、纽约、柏林等建设期早、规模庞大的地铁也有这种特点，没有统一的总体规划，而是力图在地下重复街道上干线的方向，形成紊乱的布局。

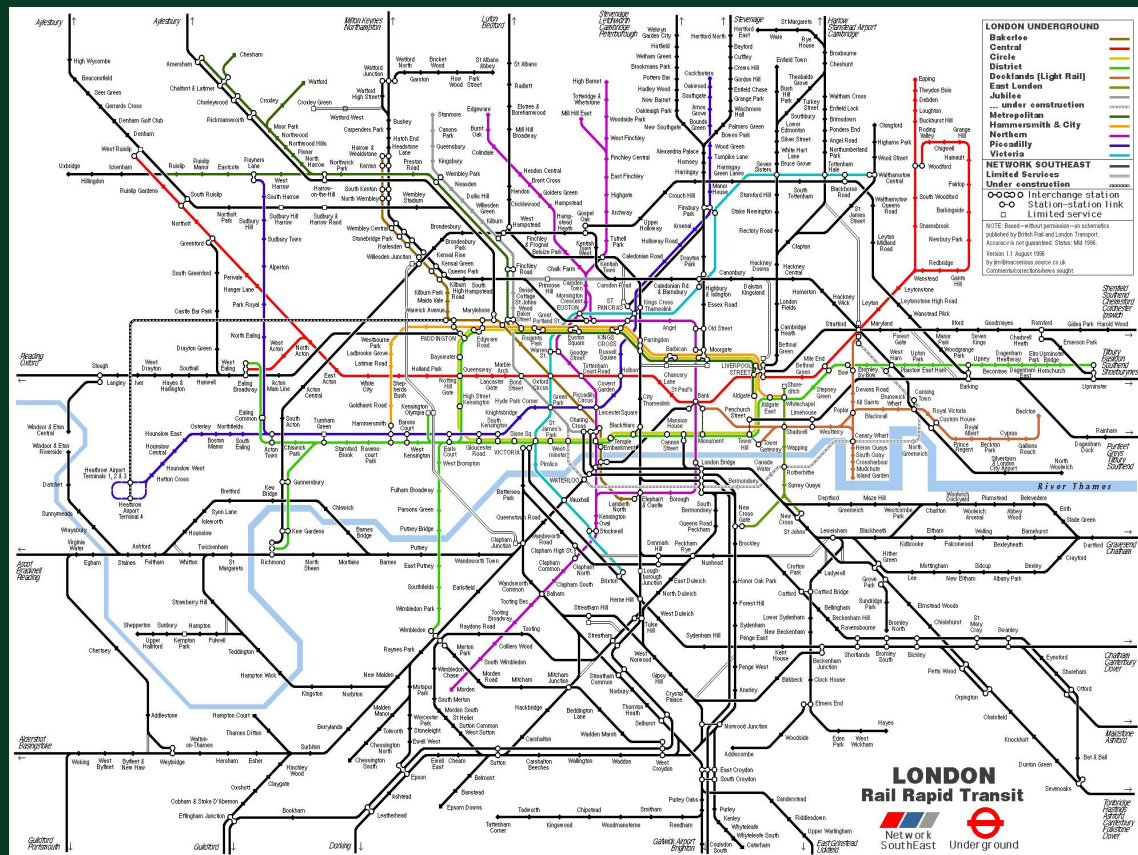
6.3 线网结构分析



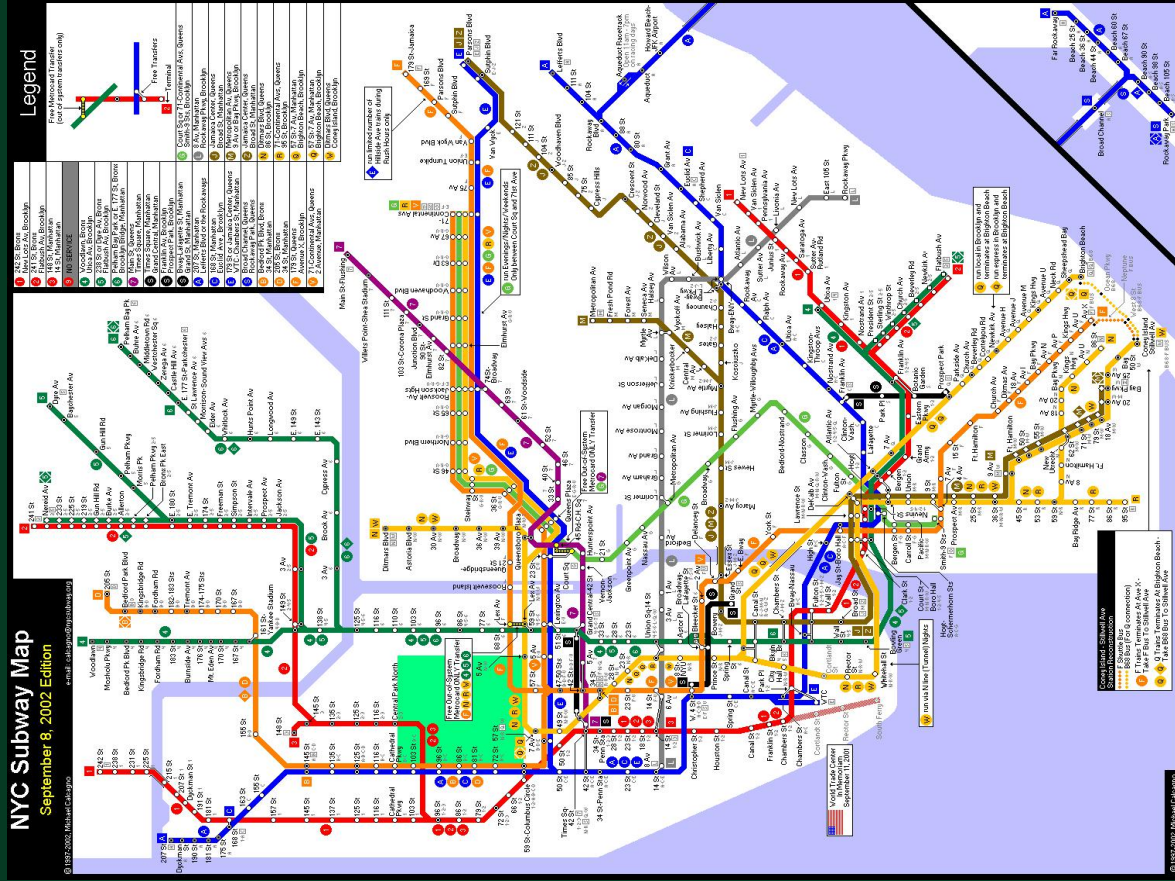
6.3 线网结构分析



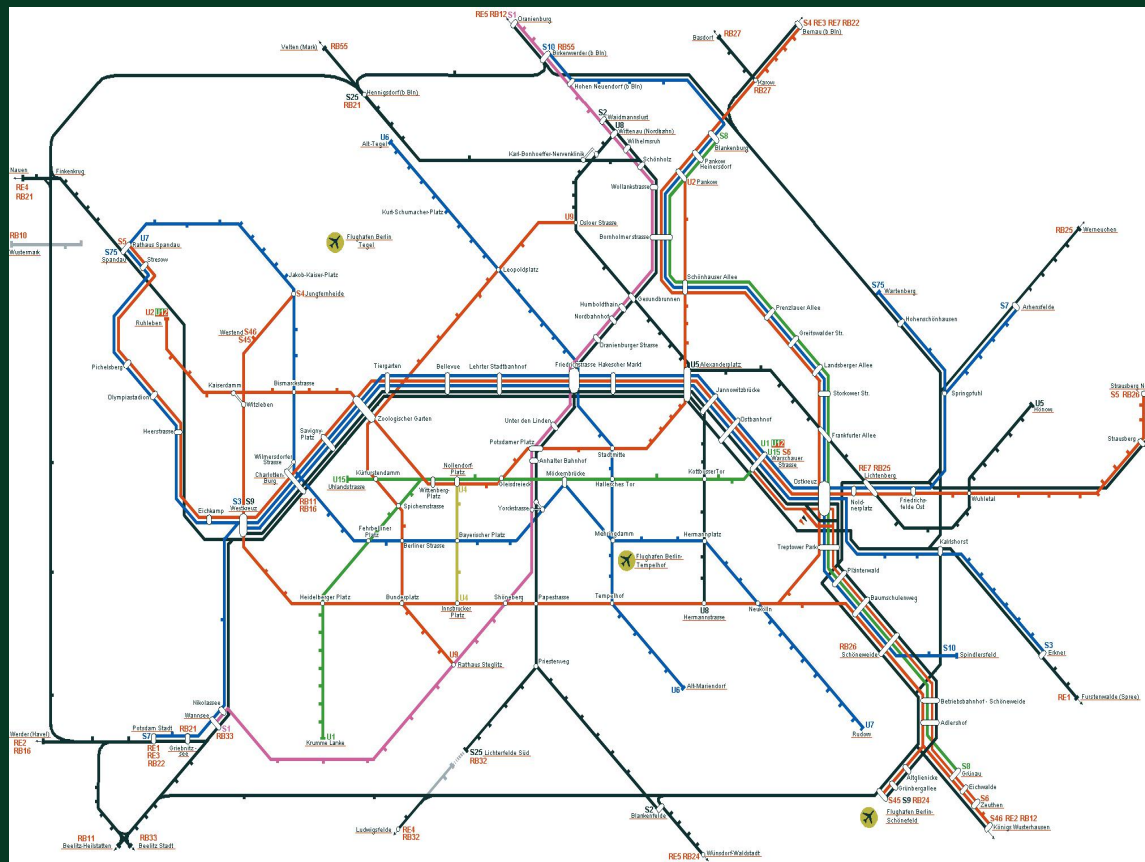
在线开放课程



6.3 线网结构分析



6.3 线网结构分析



6.4 线网规划方法

- 城市轨道交通线网规划应以城市结构形态和客流需求的特征为基本，对基本的客流集散点、主要的客流分布、重要的对外辐射的方向以及线网结构形态，进行分层研究，经多方案比较而成。
- 目前国内应用较多的轨道交通线网规划方法是“**点线面要素层次分析法**”。“点”代表局部、个体性的问题，即客流集散点、换乘节点和起终点的分布；“线”代表方向性问题，即轨道交通客运走廊的布局；“面”代表整体性、全局性的问题，即线网的结构和分布形态。

6.4 线网规划方法

- (1) “点”的分析

“点”指客流集散点，即客流发生、吸引和换乘的节点，是轨道交通设站服务的位置。在进行轨道交通线网规划时，应将主要的客流集散点连接起来，有助于轨道交通吸引客流，方便居民出行。

客流集散点的确定可用节点重要度方法，通过人口、就业岗位数量等进行计算排序，筛选出城市中主要的客流集散点，并进行分级处理。

6.4 线网规划方法

- (2) “线”的分析

“线”的分析是研究城市客流流经的路线，是分析和选择线路走向的基本因素。该阶段主要工作是根据**客流预测**结果，寻找客流主方向及交通走廊，并将城市内大型客流集散点串联起来。轨道交通线路走向与主客流方向一致，可增加乘客的直达性，既方便乘客，又可提高轨道交通经济效益。

6.4 线网规划方法

- (3) “面”的分析

“面”是指整个网络的结构形态，该阶段的主要工作是分析控制线网结构形态的决定性因素，包括城市地位、规模、形态、对外衔接、自然条件、土地利用格局以及线网作用和地位、交通需求、线网规模等特征。在此基础上，结合客运走廊分析确定的“线”，按照一定的线网结构进行整个网络的布局，形成（多个）初始线网规划方案。

6.5 线网方案评价

- 在城市轨道交通线网规划阶段一般可以生成多个不同的线网方案，如何综合考虑各线网备选方案在技术、经济、社会各方面的优劣，从而确定出最佳的线网方案付诸实施，需要对备选方案进行综合评价。
- 一般来说，轨道交通线网规划方案评价的主要过程有：
 - (1) 确定评价目的及准则；
 - (2) 建立评价指标或指标体系；
 - (3) 各评价指标的分析与计算；

6.5 线网方案评价



在线开放课程

- (1) 确定评价目的及准则

评价目标：方案综合效益最优

评价准则：技术，经济，社会环境

6.5 线网方案评价

- (2) 建立评价指标体系

子系统	子系统权重	指标名称	指标权重
结构评价	25	线网长度	5
		中心区线网密度	15
		非直线系数	5
		换乘节点数	20
		覆盖面积率	30
		与大型客流集散点衔接数量	25
客运效果	25	日客运总量	30
		客流断面不均衡系数	15
		换乘系数	25
		线网负荷强度	30
实施	15	工程难易度	50
		基本线网的可实施性	50
社会效益	20	公交平均出行时间	40
		公交出行比例	30
		平均机动车速	30
战略发展	15	与土地利用吻合程度	30
		沿线土地开发价值	30
		线网发展适应性	40

6.5 线网方案评价

- (3) 各评价指标的分析与计算

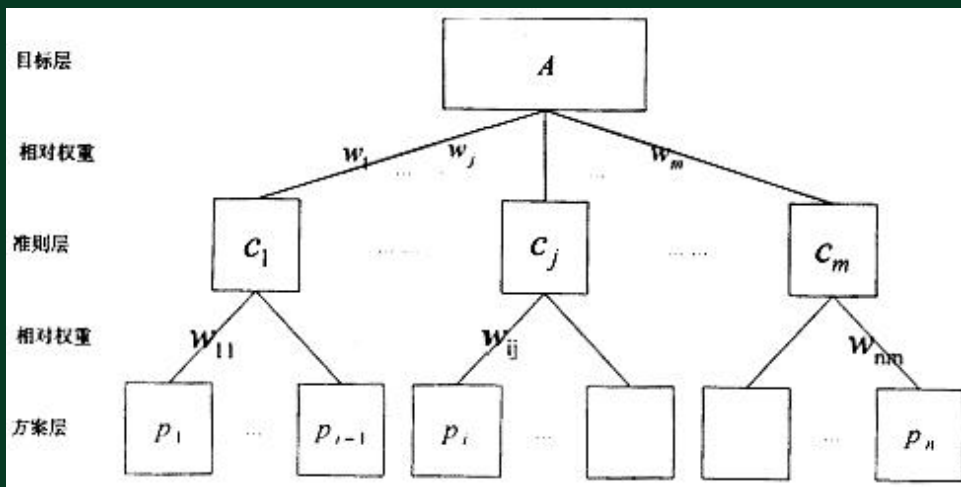
技术评价：线网结构指标直接计算，客运效果等指标根据客流预测结果计算；

经济评价：费用-效益分析（BCA）；

社会环境影响评价：难以定量化，只能确定相对优劣程度。

6.5 线网方案评价

(4) 方案综合评价与优选 层次分析法 (AHP) :



小结



在线开放课程

- 6.1 概述
- 6.2 线网合理规模确定
- 6.3 线网结构分析
- 6.4 线网规划方法
- 6.5 线网方案评价