

文章编号:1673-0836(2005)01-0025-05

城市地下空间布局与形态探讨^{*}

陈志龙, 伏海艳

(解放军理工大学工程兵工程学院地下空间研究中心, 南京 210007)

摘要:从城市地下空间功能、结构与形态关系出发,提出了城市地下空间布局基本原则,解析了城市地下空间布局与形态,并对城市地下空间布局方法进行了探讨。

关键词:地下空间功能; 结构与形态; 布局基本原理

中图分类号: TU984.11⁺3

文献标识码: A

Probing at Urban Underground Space Layout and Form

CHEN Zhi-long, FU Hai-yan

(Underground space research center in PLA University of science and technology, Nanjing 210007, China)

Abstract: In this paper, the relation among urban underground space function, structure and form is studied, then the basic principle in underground space layout is put forward and the underground space layout and form are analyzed. At last, the methods of layout in urban underground space design are investigated.

Keywords: function; structure and form of underground space; basic principle of layout

1 引言

城市地下空间布局是城市形态、结构、工程技术与地下建筑组合的综合反映。主要通过城市地下空间用地的不同形态表现出来的,对城市空间布局、现状、自然和技术经济条件、用地组织、市政设施的配置以及城市环境保护等,都要涉及到城市地下空间布局,而对这些问题研究的结果,最后又都要在城市地下空间布局有所体现。

城市地下空间布局规划是城市地下空间总体规划的重要内容,是地下空间开发利用的基础性工作。

2 城市地下空间功能、结构与形态

城市地下空间布局的核心内容是研究城市主要功能在地下空间的分布和演化规律。其主要任务是将地下空间各组成部分按其不同功能要求和发展序列有机地组合在一起。

将城市地下空间功能、结构、形态作为研究城

市地下空间布局的楔入点,便于从本质上把握地下空间发展的内在关系,提高城市地下空间规划的合理性和科学性。

2.1 城市发展与城市地下空间功能演化

城市地下空间功能是城市功能向地下的延伸和拓展,功能的多元化促进了城市地下空间的产生和发展。

城市地下空间功能的演化与城市发展过程密切相关,城市发展的历程是城市功能不断趋于复杂的过程。传统城市一般沿着二维平面生长,随着城市职能体系日趋复杂,城市发展便走向三维式拓展,最典型的标志是1864年世界第一条地铁在英国伦敦建造,此后世界各地相继建造了地铁来解决城市交通问题。

随着城市的发展和人们对环境要求的提高,城市地下空间的开发利用将从原来以解决功能为主,转向以改善城市环境、增强城市功能并重的方向发展,世界上许多城市出现了集交通、市政、商业等融多种功能为一体的综合地下空间,如巴黎拉·德方

* 收稿日期:2004-12-17(修改稿)

作者简介:陈志龙(1964-),男,江苏人,硕士,教授,博导,从事地下空间规划设计的教学与研究。

斯地区、蒙特利尔地下城、北京中关村西区等地下空间开发项目。

今后,城市建设用地将日益紧张,人们对城市空间环境的要求也越来越高,作为城市空间不可分割的一部分,城市地下空间开发最终将走向精明增长,共同目标是优化城市生态系统、促进城市可持续发展。

2.2 城市地下空间功能、结构与形态的关系

功能是城市地下空间发展的动力因素,是地下空间存在的本质特征。而形态是表象的,是功能与结构的高度概括,它映射地下城市发展的持续和继承,体现鲜明的城市个性和环境特色。对城市地下空间形态的探究,不仅是模式的追求,而是一种发展战略研究,它来自更高目标的追求。城市地下空间功能与形态的协调是地下空间兴衰的标志,也是增强城市功能的关键。

城市地下空间结构地下空间脉络,是地下空间形态在空间上的物质表现形式,主要指地下空间的发展轴线,如城市地铁或其它地下交通设施,它具有强大的推动力,是地下城市增长的活力,是城市地下空间功能活动的内在联系。城市地下空间功能和结构之间相互促进,一方面,功能变化往往是结构变化的先导,城市地下空间常因功能上的变化而最终导致结构上的变化,另一方面,结构一旦发生变化,又要求有新的功能与之相配合,图1为加拿大蒙特利尔地下城由中心向四周的形成过程。



图1 加拿大蒙特利尔地下城形成图

Fig.1 Formation of underground city in Montreal, Canada

通过城市地下空间功能、结构和形态的相关性分析,可以进一步理解城市地下空间功能、结构和形态之间相关的影响因素,在总体上力求强化城市地下空间综合功能,完善城市地下空间结构,以创造完美的地下空间形态。

3 城市地下空间布局的基本原则

尽管城市地下空间布局是城市规划的一部分,但由于地下空间布局几乎涉及所有的城市功能,需要考虑城市社会、经济、环境等各项要素;同时也是一个相对独立的开放的巨系统,需要综合考虑许多方面的问题等,诸如上下部空间的协调、地下多种设施之间的协调、技术经济以及人的生理、心理问题。在研究城市地下空间布局时,除要符合城市总体布局必须遵循的基本原则外,还应遵循以下基本原则。

3.1 上下部空间协调原则

城市地下空间布局必须是对城市上下部空间的整体利用,维护和保障城市整体利益和公众的利益。城市上下部结构的协调发展是城市地下空间规划重要组成部分,城市下部结构之对应于城市上部结构,具有从属性和制约性,它们经历着从制约到协调,再由协调到制约这样一个演化过程。在地下空间开发中,辩证地协调两者的发展,以求达到城市布局结构的优化。在整体开发的同时,应坚持以人为本的原则。“人在地上,物在地下”;“人的长时间活动(如居住、办公)放在地上,短期行为(如出行、购物)放在地下”;“人在地上,车在地下”等。目的是建设以人为本的现代城市,与自然相协调发展的“山水城市”,将尽可能多的城市空间留给人类活动。

3.2 等高线原则

根据城市土地价值的高低可以绘出城市土地价值等高线,一般而言,土地价值高的地区,城市功能多为商业服务和娱乐办公等,地面建筑多,交通压力大,经济也最活跃。根据城市土地价值等高线图,可以找到地下空间开发的起始点及以后的发展方向。无疑,起始点应是土地价值的最高点,这里土地价格高,城市问题最易出现,地下空间一旦开发,经济、社会和防灾效益都是最高的。沿此方向开发利用地下空间,既可避免地上空间开发过于集中、孤立的毛病,又有利于有效地发挥滚动效益。

3.3 远期与近期相呼应原则

城市地下空间的开发与建设对城市建设起着

至关重要的作用,是一次涉及到大系统、大投资的决策行为,并且在很大程度上具有不可逆性。在经济实力和技术水平尚不具备大规模开发条件时,若盲目在城市重要地段进行开发,势必造成地下空间资源的浪费,成为今后高层次开发的障碍。

由于各地经济发展不平衡,城市问题突出、经济实力较强的城市可以进行大规模的地下空间开发利用,但必须从前期决策到项目实施以及具体规划设计都要作出详细论证。即使暂无条件开发的城市也应着手前期研究,减少建设的盲目性,树立城市建设全局和长远的观点。

4 城市地下空间布局探讨

城市地下空间布局的主要任务是合理组织各种地下功能空间。即根据城市结构、城市发展方向、城市上部空间规划以及地下空间利用现状,将可置入或已置入地下的多种城市功能有机地组织起来,成为一个功能实体或地下空间系统。

4.1 城市地下空间形态

城市地下空间形态是城市地下空间功能的体现,与城市地面空间形态不同的是,城市地下空间是一种非连续的人工空间结构,需要经过系统的规划和长期的发展才能逐步形成连续的空间形态。

城市地下空间形态由平面形态和竖向形态构成,在水平方向是指城市地下各个要素的空间分布模式,竖向形态是平面形态在垂直方向上的延伸。

4.1.1 平面形态

根据城市地下空间发展的特点,地下空间形态可以分为三类基本形态和三类衍生形态。即由相关的点、线和面通过不同的组合将城市地下空间构成辐射状、脊状或整体网络型。衍生形态的意义在于它能够使连接起来的点、线、面产生出单个形态所不能完成的功能。

(1)点状:点状地下空间是相对于城市地下空间总体形态而言,它是城市地下空间形态的基本构成要素,也是功能最为灵活的要素,由城市中占据较小平面范围的各种地下空间形成。点状地下空间分布于城市各处,一般偏重于城市中心、站前广场、集会广场、较大型的公共建筑、居住区等城市矛盾的聚合处。与城市地面功能相协调的点状地下空间设施,对于解决现代城市中人车分流和动静态交通拥挤等问题具有非常重要的作用。

“点”有大有小,大的可以是功能复杂的综合体,如城市地铁站是与地面空间的连接点和人流集

散点,同时伴随着地铁车站与周边区域的综合开发,可以形成集商业、文娱、人流集散、停车为一体的多功能地下综合体。小的可以是单个商场、地下车库、人行道或市政设施的站点,如地下变电站、地下垃圾收集站等。

(2)线状:线状地下空间也是相对于城市地下空间总体形态而言,它是点状地下空间在水平方向的延伸或连接。线状地下空间设施是城市地下空间形态构成的基本要素和关键。呈线状分布的地下空间主要指地铁、地下道路,以及沿着街道下方建设的地下设施如市政管线、地下管线综合管廊、地下排洪(水)暗沟、地下停车库、地下商业街等,另外相邻点状地下空间之间连通也可成为线状空间。

线状地下空间设施是构成城市地下空间形态的基本骨架,它将地下分散的空间连成系统,提高整体开发的效益。现阶段,我国大部分城市在地下空间开发利用方面缺乏对线状空间作用和地位的认识,没能形成整体空间形态。

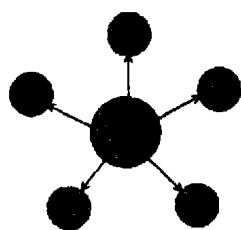
(3)面状:城市面状地下空间的形成是城市地下空间形态趋于成熟的标志,它是城市地下空间发展到一定阶段的必然结果。

多个较大规模的地下空间相互连通,形成面域。这种形态主要出现在城市中心区等地面开发强度相对较大的地区,主要由大型建筑地下室、地铁(换乘)站、地下商业街以及其它地下公共空间组成。这种形态需要在地下空间经过合理规划的基础上逐步形成,旧区改造中若早期开发没有考虑连通预留则难度较大,而在城市新中心区比较容易形成。

(4)辐射状:以大型地下空间设施为核心,通过与周围其它地下空间的连通,形成辐射状(如图2所示)。这种形态出现在城市地下空间开发利用的初期,即通过大型地下空间设施的开发,带动周围地块地下空间的开发利用,使局部地区地下空间设施形成相对完整的体系,这种形态多以地铁(换乘)站、中心广场地下空间为核心形成。

(5)脊状:以一定规模的线状地下空间为轴线,向两侧辐射,便形成脊状地下空间形态(如图3所示)。这种形态在没有地铁车站的城市中比较常见,主要是沿着街道下方建设的地下街或地下停车库,与两侧建筑下的地下商业空间或停车库连通。这种形态在日本城市较多。(如图4所示)

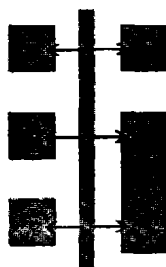
6)网络状:网络状地下空间形态是相对于城市地下空间总体形态而言的,即以城市地下交通为



放射状

图 2 辐射状地下空间形态

Fig.2 Radiation form of underground space



脊状

图 3 脊状地下空间形态

Fig.3 Spinal form of underground space

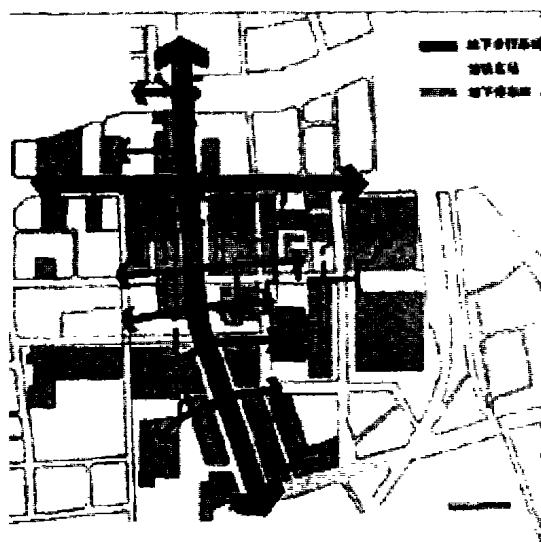


图 4 脊状地下空间连通状况

Fig.4 Connection for spinal form of underground space

骨架,将整个城市的地下空间采用多种形式进行连通,形成城市地下空间的网络系统,如图 5 所示。日本正在研究的城市中心区地下公路和地下停车系统也是一种新型的网络状地下空间形态。

4.1.2 竖向形态

竖向上应将城市地上、地下空间作为一个整体,根据土地和经济的适宜性,实行最大深度的立

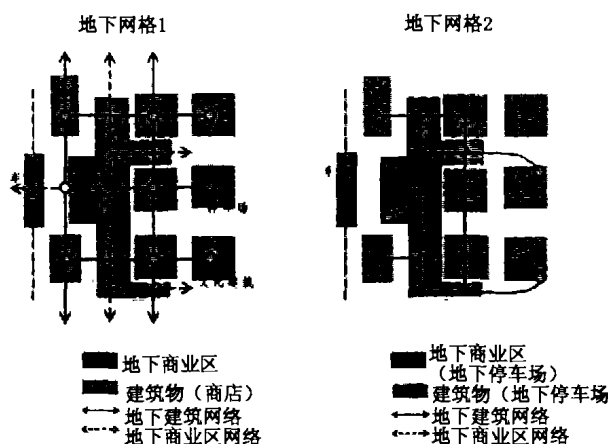


图 5 网络状地下空间形态

Fig.5 Network form of underground space

体开发,最大限度地发挥其功能。(如图 6 所示)。



图 6 地下空间的竖向形状

Fig.6 Vertical form of underground space

城市竖向空间的分层与人们对城市垂直方向空间区位的集聚密切相关。一般来说,垂直方向的区位构成从上至下可分为以下 4 个层次:

(1)地表层(地面以下 5m),较强的公共性,可作为地面功能的延伸,一般以市政设施、管线、停车场为主。

(2)地下浅层区(地面以下 5 - 10m),其功能以商业、娱乐、停车和行人交通为主。

(3)地下中层区(地面以下 10 - 20m),较强的独立性、封闭性,其功能以地铁交通和停车为主,兼商业。

(4)地下深层区(地面以下 20m),较强的独立性、封闭性,其功能以城市深层地下交通和某些特殊需求和采用特殊技术的空间需要。

由此看来,城市地下空间的垂直区位越是接近地面层,其空间性质越是趋向开放和密集,其区位价值越高,越适合发展城市公共空间。地下建筑空间和地面城市空间的层叠,加强了地下建筑与城市的整合,从而促进城市竖向空间形态的发展和完善。

4.2 城市地下空间布局方法

4.2.1 以城市形态为发展方向

城市上下部地下空间功能形态具有对应性和协调性,这种对应与协调首先体现在区位上,城市重要地段的开发一般也是地下空间开发的密集处,然后是轨道交通带动地下空间的发展。城市形态有单轴式、多轴环状、多轴放射等。

4.2.2 以点、线、面为主体

城市地下空间布局的方式应以点、线、面为主体,通过不同方式的连接,组成有机的整体。如南京新街口地区地下空间布局,以“六线、六核”为骨架,以地铁、地下步道为线,将各地下空间连接成面,并通过地下停车库、下沉式广场为核,与地面空间相联系,形成地下地上综合的空间体系。

4.2.3 以城市轨道交通网络为骨架

地铁是城市地下空间中规模最大、覆盖面最广的地下公共设施,地铁线路将城市主要人流方向连成网络。某种程度上是城市结构的反映,城市地下空间布局以地铁为骨架,可以充分发挥地下空间利用的综合效益。(图7为南京市以地铁网络骨架的地下空间形态)



图7 南京市以地铁网络骨架的地下空间形态

Fig.7 Form of underground space with metro network as skeleton in Nanjing

城市地铁网络的形成需要数十年,城市地下空间网络形态的形成就更需要时日,因此,城市地下

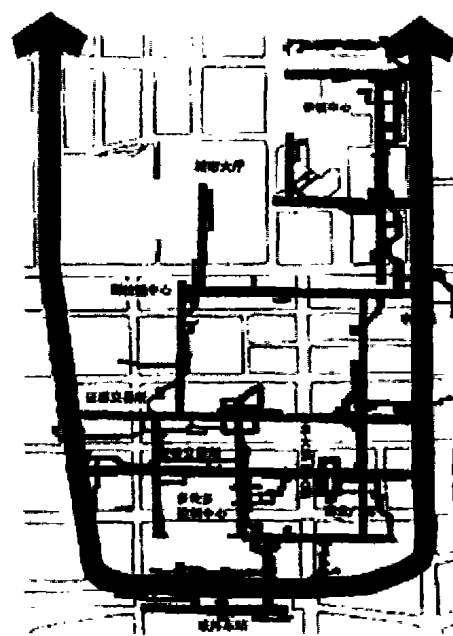


图8 以地铁车站为结点的多伦多地下空间形态

Fig.8 Form of underground space in Toronto with metro stations nodes

空间规划需进行长期规划,逐步实施,而且随着条件的变化可能逐步调整。远期城市地下空间通过地铁形成完善的城市地下网络空间,地下城市初具规模,同时城市综合效益也会很明显。

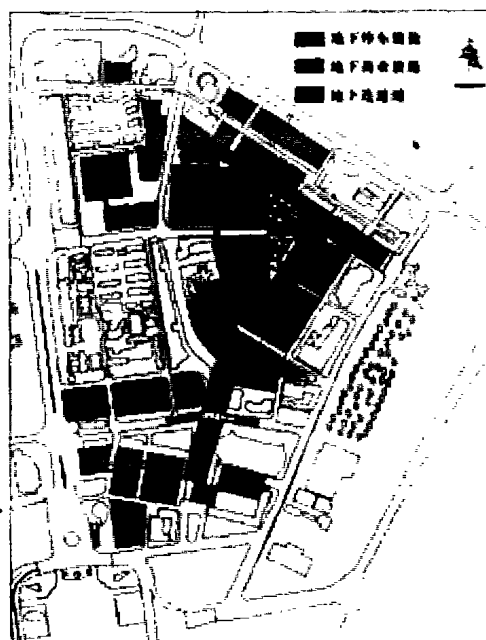


图9 以地下街为轴线的地下空间形态

Fig.9 Form of underground space with underground street as its axis

(下转第33页)

自动对弯管建模进行处理,适于快速建模且适用面广。本方法也适用于断面不是圆形的管状物三维建模。

(2) 建立的管线三维可视化模型采用 TIN 表示,有利于管线数据结构的表达与快速可视化。

(3) 管线的 TIN 表达有利于拓扑查询、体积、面积计算等空间分析操作。也可以将 TIN 作为管线的三角剖分网格,进行相关力学分析。且这种模型可方便的与三维地层和其它构筑物相叠加,用于三维管线规划,城市地铁建设等专业领域的应用。

(4) 本文只涉及到一根管线的建模,对于二岔管、三岔管、管线与其它构筑物相交等复杂情形的建模将另外撰文阐述。

参考文献:

- [1] 韩勇,陈之中,甘宇亮,郑生春. 城市地下管线信息系统的结构设计及功能[J]. 测绘通报,2002,3:45-46
- [2] 赫建忠,李鲁群,邓敏,林宗坚. 基于 UML 城市地下管线管理信息系统的设计[J]. 测绘通报,2002,4:7-9
- [3] 李炼恒,赵俊三. 中山市地下管线管理信息系统的开发建设研究[J]. 地矿测绘,2002,18(1):4-6
- [4] 姜伟. 苏州市城市地下管线管理信息系统设计与应用研究[J]. 苏州大学学报(自然科学),2001,17(1):93-99.
- [5] 杜国明,龚健雅,熊汉江. 城市三维管网的可视化及其系统功能实现的关键技术[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2002,5:534-537
- [6] Keppel E. Approximating complex surface by triangulation of contour lines[J]. IBM Journal of Research & Development, 1975,11(1):2-11
- [7] Christiansen H N, Sederberg T W. Conversion of complex contour line definitions into polygonal element mosaics[J]. Computer Graphics, 1978,8(2):187-192.
- [8] 阎丽霞,石教英. 一种新的分层模型四面体重构算法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2001,13(7):1-5
- [9] Cook L T, Dwyer S. A three dimensional display system for diagnostic imaging applications[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 1983,3(5):13-19
- [10] 吴江斌. 基于 Delaunay 构网的城市三维地层信息系统核心技术研究与应用[D]. 同济大学博士学位论文,2003

(上接第 29 页)

4.2.4 以大型地下空间为发展源

在城市局部地区,特别是城市中心区,地下空间形态的形成分为两种情况,一种是有地铁经过的地区,另一种是没有地铁经过的地区。

有地铁经过的地区,在城市地下空间规划布局时,都应充分考虑地铁站在城市地下空间体系中的重要作用,尽量以地铁站为结点,将周围大型的公共建筑、商业建筑、写字楼等通过地下空间的相互联系,形成更大的商业、文化、娱乐区。(图 8 为以地铁车站为结点的多伦多地下空间形态)。

在没有地铁经过的地区,在城市地下空间规划布局时,应将地下商业街、大型中心广场地下空间作为结点,通过地下商业街将周围地下空间连成一体,形成脊状地下空间形态(图 9 为以地下街为轴线的珠海莲花路脊状地下空间形态),或以大型中心广场地下空间为结点,将周围地下空间与之连成一体,形成辐射状地下空间形态。

5 结论

不同城市地下空间布局与形态具有不同的特征,作出符合城市地下空间发展的布局形态规划,是地下空间规划的基础。而城市地下空间布局形态与城市地面形态、地下空间资源条件、经济技术条件等有密切的关系。因此,研究城市地下空间发展形态是一项十分复杂的工作。

参考文献:

- [1] 陈志龙著,城市地下空间规划,东南大学出版社,2004.10
- [2] 陈立道编著,城市地下空间规划理论与实践,同济大学出版社,1997.10
- [3] 李德华主编,城市规划原理,中国建筑工业出版社,2001.6