

高层综合体内部垂直交通组织形式及其空间效率

Vertical Transportation System and Its Space Efficiency of Urban Mixed-use High-rise Building

撰文 张枫 同济大学建筑与城市规划学院

摘要 深入都市高层综合体的内部，以微观的角度剖析高层综合体内部的垂直交通系统。重点研究了高层综合体功能竖向叠加后其内部的垂直交通组织形式及空间效率。从高层综合体的基本功能组成、功能的竖向叠加、垂直交通的基本要素入手，通过对典型案例的分析与解读，对高层综合体内部垂直交通系统的组织形式及其空间效率做出了详细的阐述。

关键词 都市高层综合体 垂直交通 功能的竖向叠加 空间效率

0 高层综合体的垂直交通

高层综合体的垂直交通是指联系城市与综合体不同功能部分以及联系综合体自身不同功能部分的以垂直方向交通联系为主要用途的空间，其具有一定的组织方式、逻辑结构和空间形态。垂直交通具有交通联系与空间整合两大职能。首先，垂直交通作为交通系统的重要节点，其组织的优劣直接影响到综合体乃至整个城市交通系统的运行效率。其次，高层综合体的各个功能空间，尤其是竖向分布的不同空间往往各自成阵，因此，需要有过渡性质的空间将其进行整合，合理组织的垂直交通能够在不破坏原有空间各自的属性情况下，将各个空间很好地融合在一起，提高空间的环境品质。本文将着重探讨都市高层综合体内部的垂直交通组织与空间效率之间的关系。

1 高层综合体功能组成与竖向叠加

高层综合体建筑几乎涵盖了城市公共建筑和住宅的所有功能空间，其中办公功能、酒店功能以及住宅功能是主要的功能空间，其建筑面积之和通常占到总建筑面积的80%以上。我

们将高层综合体竖向叠加的功能空间分成以下三种情况来讨论（图1）。类型1：办公功能+住宅功能+其它功能，合理的安排是住宅叠加于办公之上；类型2：办公功能+酒店功能+其它功能，合理的安排是酒店叠加于办公之上；类型3：办公功能+酒店功能+住宅功能+其它功能，合理的安排是住宅位于最上面，酒店位于中间，办公位于最下面。

1.1 高层综合体内部垂直交通组织实例分析

1.1.1 类型1垂直交通组织分析

（1）实例一：芝加哥汉考克大厦（John Hancock Center）（图2）。这栋高100层、由SOM设计的高层综合体由三种主要的功能竖向叠加而成，它们是零售商业、办公和住宅，总建筑面积25.6万m²。

如图3所示，汉考克大厦的电梯组织形式是空中大厅分区加高速穿梭电梯的模式，两大功能区办公和公寓的垂直交通系统各自独立，分别由各自的大厅进行组织和转换。办公部分的电梯组依靠底层的大厅作为中枢，而上层的公寓部分依靠设在第44层的空中大厅作为中枢，同时底层大厅和空中大厅通过高速穿梭电梯实现连接。具体到各功能内部的电梯，办公部分和公寓部分都采用电梯分区布置的方式。办公部分分为低、中、高三个分段，外加一个层层停靠的货运电梯组；而公寓部分分为低、高两个分区，外加一个层层停靠的服务电梯组。由于汉考克大厦顶部的特殊功能（第94层观光层和第95层餐厅层）建筑不得不额外增加两组穿梭电梯，使这两个功能空间分别与底层相联系。

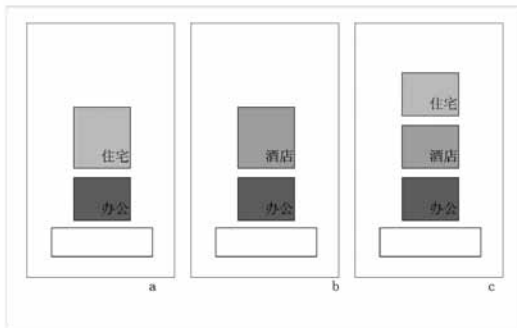


图1 功能竖向叠加最常见的三种形式

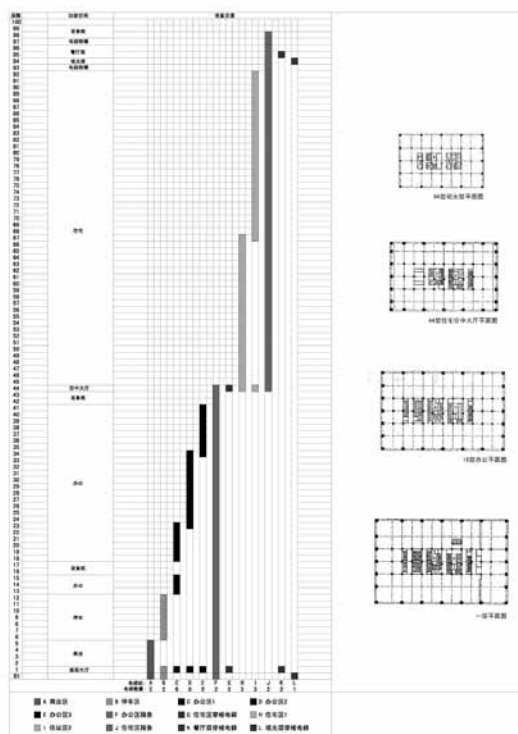


图3 汉考克大厦垂直交通组织分析图



图2 汉考克大厦



图4 奥林匹亚中心

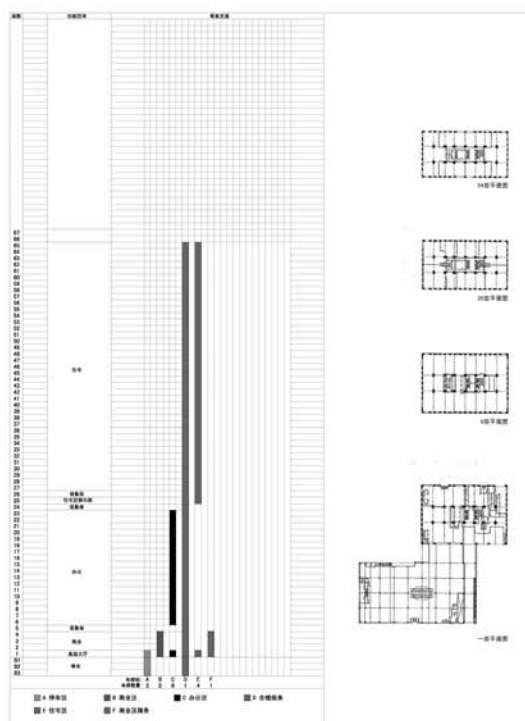


图5 奥林匹亚中心垂直交通组织分析图

(2) 实例二：奥林匹亚中心 (Olympia Center) (图4)。1984年建成的同样是SOM设计的芝加哥奥林匹亚中心，高层综合体有63层，210m高，建筑面积13.7万 m^2 ，其竖向功能叠加主要由办公和豪华公寓组成。

如图5所示，整栋塔楼竖向的功能叠加由下至上依次是停车、商业、办公、豪华公寓，其中停车空间位于地下层，其它功能位于地上层。办公和豪华公寓是奥林匹亚中心主要的功能空间，办公功能空间共17层（第6~23层），其面积占总建筑面积的23.8%，公寓功能空间共38层（第27~65层），其面积占总建筑面积的42.6%，这两大功能尤其是住宅功能决定了高层综合体的性质及其垂直交通的组织形式。

与汉考克大厦不同的是，奥林匹亚中心的电梯系统的组织并没有采用空中大厅分区和高速穿梭电梯的模式，而是采用简单的分区模式（图5），以底层的大厅为组织核心，将电梯依照竖向叠加的功能空间进行分组，分别为停车功能区电梯组、商业功能区电梯组、办公功能区电梯组和住宅功能区电梯组，它们分别服务于相应的功能空间，外加一组从地下室直到顶层的服务全部楼层的货运电梯。

1.1.2 类型2垂直交通组织分析

(1) 实例一：上海金茂大厦（图6）。这栋由SOM设计、1998年建成的88层高层综合体建筑位于上海浦东陆家嘴金融区，建筑高度420.5m，建筑面积19.5万 m^2 。

如图7所示，整栋塔楼竖向的功能叠加由下至上依次是停

车、商业、办公、酒店、观光层，其中停车和商业空间位于地下层，其它功能位于地上层。办公和酒店是金茂大厦主要的功能空间，办公空间共46层（第4~50层），其面积占总建筑面积的62.9%，酒店空间共34层（第53~87层），其面积占总建筑面积的31.1%，这两大功能决定了高层综合体的性质及其垂直交通的组织形式。

从电梯的组织形式来看，金茂大厦采用的是空中大厅分区加高速穿梭电梯的模式，电梯主要分为两个分区，分别是下层的办公区电梯和上层的酒店区电梯，空中大厅设在第54层，有6部电梯组成的高速穿梭电梯组连接起底层大厅与空中大厅。办公区共46层，客梯也被分为5个分区，分别是第4~6层的低层办公区电梯组、第7~17层的中中层办公区电梯组、第18~29层的中层办公区电梯组、第30~40层的中高层办公区电梯组、第41~50层的高层办公区电梯组；另外有一组从地下2~地上51层的办公区货运电梯。而酒店部分共34层高，客梯分为三组：第一组为第53~86层由6部电梯所组成的客房电梯组，第二组为第53~56层的酒店零售店电梯组，第三组为第85~87层的酒店VIP电梯组。酒店部分的服务性电梯也分为两部分：第一部分是由地下2层及大厅直达空中大厅层的酒店货运电梯组，第二部分是第53~88层的酒店服务电梯组。除以上电梯组外，由于金茂大厦在第88层设置了观光层，因此，需要一组从地下1层商业空间直达第88层观光层的高速穿梭电梯组。

(2) 实例二：首尔的汉江城大厦 (Hankang City) 方案

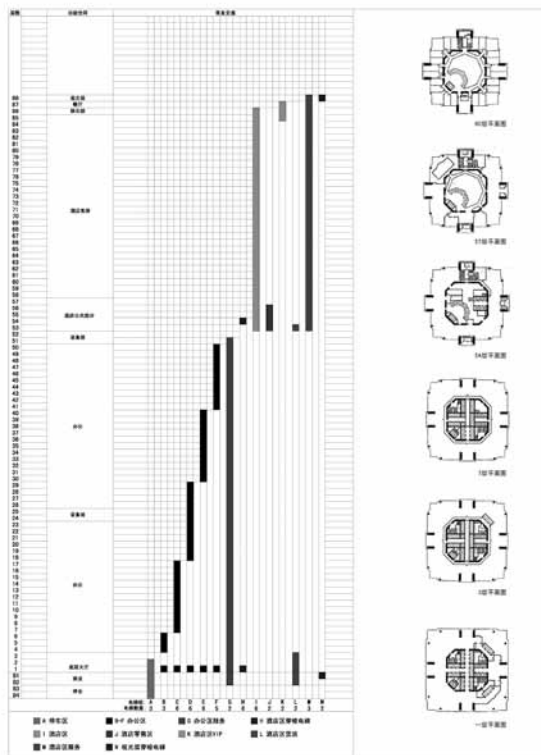


图7 金茂大厦垂直交通组织分析图



图6 金茂大厦



图8 汉江城大厦

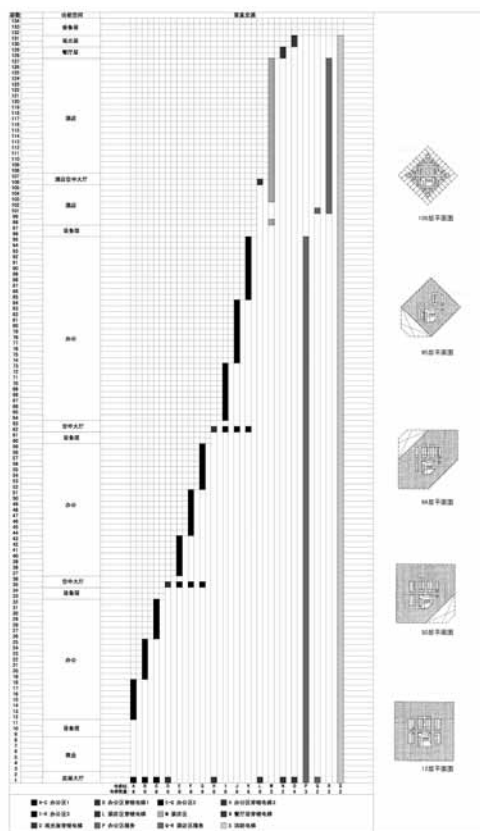


图9 汉江城大厦垂直交通组织分析图

(图8)。1998年由IIT&HIEC设计的汉江城大厦是一座134层的综合体建筑，高500.8m，总建筑面积41.5万 m^2 ，主要由办公功能与酒店功能竖向叠加而成。由于首尔的都市区经济高速发展，对于综合体建筑的需求不断增加，汉江城大厦所在基地及其周边规划了大量的办公、酒店、零售及文化建筑，这为汉江城大厦这座高层综合体建筑的出现提供了条件。

如图9所示，从电梯的组织形式来看，汉江城大厦采用的是空中大厅分区加高速穿梭电梯的模式，电梯主要分为两个分区，分别是下层的办公区电梯和上层的酒店区电梯，酒店空中大厅设在第106层，有6部电梯组成的高速穿梭电梯组连接起底层大厅与酒店空中大厅。与办公空间相对较少的综合体建筑比较，汉江城大厦的办公功能占据从第12~95层的空间，层数较多且面积较大，因此，办公区电梯组不能简单地以底层大厅为核心进行分区，而是同样采用空中大厅分区加高速穿梭电梯的模式进行组织。在汉江城大厦的办公区电梯系统中，以位于第35层的第一办公空中大厅以及位于第62层的第二办公空中大厅将整个区域分成高、中、低三个子区域，同样由专用的高速穿梭电梯来联系底层大厅和空中大厅。另外办公部分有一组从底层到第95层的货运电梯组。

酒店部分为第98~127层，由于层数相对较少，客梯为一组6个电梯组成的酒店客房电梯组；酒店部分的服务性电梯分为两个部分，第一部分是由地面层直达第100层的酒店货运电梯组，

第二部分是第100~127层的酒店服务电梯组。除以上电梯组外，由于汉江城大厦在第128层和第130层分别设置了餐厅层和观光层，因此，需要有分别从地面层直达餐厅层和观光层的高速穿梭电梯组。

1.1.3 类型3垂直交通组织分析

(1) 实例一：芝加哥的水塔大厦 (Water Tower Place) (图10)。这座由Loebl Schlossman, Bennett & Dart设计的高74层的综合体建筑与汉考克大厦相连，占据了整个街区，总建筑面积为28.6万 m^2 。

如图11所示，整栋塔楼竖向的功能叠加由下至上依次是停车、商业、办公、酒店、公寓，其中停车空间位于地下层，其它功能位于地上层。商业、办公、酒店和公寓是水塔大厦主要的功能空间，商业功能空间共5层（第3~8层），其面积占总建筑面积的21.4%；办公功能空间共2层（第9~10层），其面积占总建筑面积的7.27%；酒店功能空间共18层（第17~35层），其面积占总建筑面积的26.9%；住宅功能空间共39层（第37~76层），其面积占总建筑面积的25.8%左右。

从电梯的组织形式来看，水塔大厦的电梯组主要是以底层大厅为核心的分区组织形式，而空中大厅分区加高速穿梭电梯的模式虽然也有应用，但局限在酒店功能电梯组的使用上。电梯组依据功能空间的分布而分区，商业功能、办公功能以及住宅功能的电梯组大厅都位于底层的主要大厅内，以底层大厅为

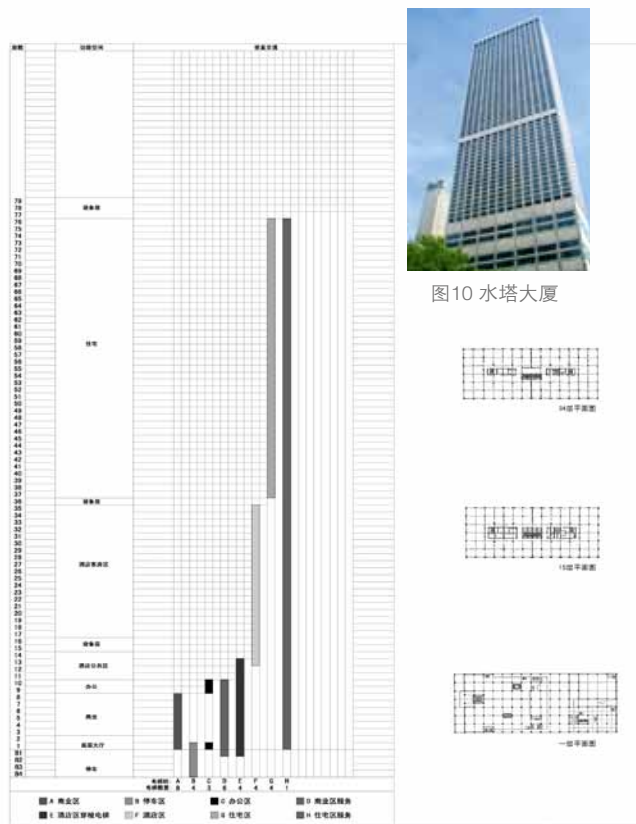


图10 水塔大厦

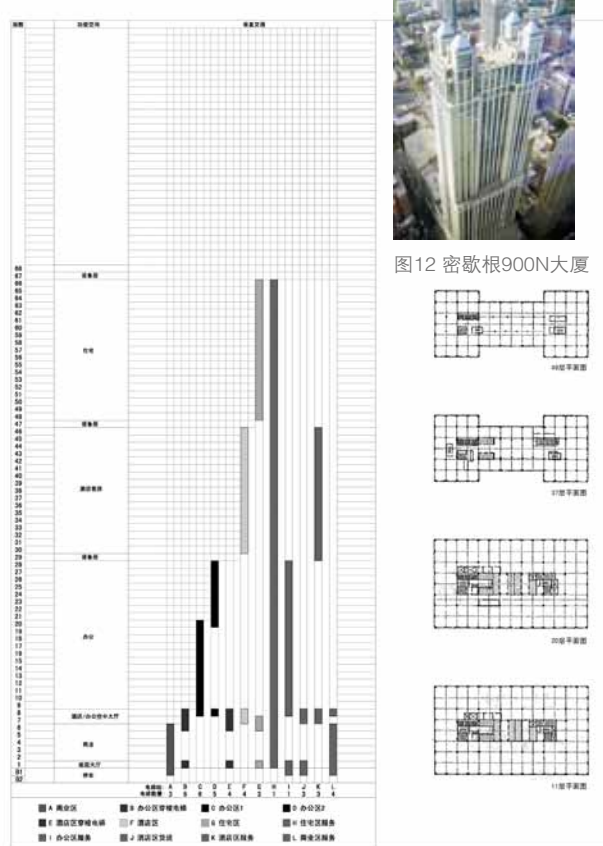


图12 密歇根900N大厦

图11 水塔大厦垂直交通组织分析图

图13 密歇根900N大厦垂直交通组织分析图

核心组织各自的分区。而酒店因其功能的特殊性，其大堂位于空中，电梯组织的核心也位于第13层的空中大厅，通过穿梭电梯组与底层大厅相联系。同时，水塔大厦的货运电梯组并没有按照功能进行分区，而是整栋大厦只有一组从底层到最高层的货运电梯组。

（2）实例二：芝加哥密歇根900N大厦（900N. Michigan）（图12）。这座由KPF设计的1988年建成的67层的高综合体建筑高265.5m，总建筑面积为18.5万m²。

如图13所示，整栋塔楼竖向的功能叠加由下至上依次是停车、商业、办公、酒店、公寓，其中停车空间位于地下层，其它功能位于地上层。整个综合体建筑各功能比较均衡，商业、办公、酒店和公寓都是密歇根900N大厦主要的功能空间。其中商业功能空间共5层（第1~6层），其面积占总建筑面积的20.93%；办公功能空间共19层（第9~28层），其面积占总建筑面积的29.63%；酒店功能空间共16层（第30~46层），其面积占总建筑面积的18.48%；住宅功能空间共18层（第48~66层），其面积占总建筑面积的15.26%。

从电梯的组织形式来看，密歇根900N大厦采用的是空中大厅分区加高速穿梭电梯的模式，由于各种功能空间较为均衡，因此电梯主要分为两大分区，分别是以底层大厅为核心的商业

区电梯组和住宅区电梯组，以及以第7，8层的空中大厅为核心的酒店区电梯组和住宅区电梯组。这座大厦的电梯分组的特点是：没有为竖向叠加的每个功能空间设置单独的空中大厅，而是位于低层的商业功能和位于最高层的住宅功能使用底层电梯大厅，而位于中间层的办公功能和酒店功能共用空中大厅，而且空中大厅没有位于高空层，这实际上也削弱了空中大厅在节省低层区域交通面积的优势。具体到各功能分区的内部，办公空间的电梯组分为高、低两个分区，而商业、酒店和住宅部分则没有再进行分区。除此之外，各功能部分都有其独立的货运电梯组。

2 内部垂直交通组织形式及其空间效率研究

通过上述的分类举例，可以直观地看到不同功能叠加的高层综合体的垂直交通组织方式，以下就动态和静态两个层面来比较与总结高层综合体垂直交通的组织方式及其空间效率。首先是动态空间的效率，即电梯的组织形式及其空间效率；其次是静态的空间效率，即各功能空间的建筑面积占总建筑面积的比例。

2.1 电梯的数量

总体来说，不管综合体有何种功能空间，随着建筑面积的增大和层数的增高，电梯的数量也相应增多。但是，有些大厦

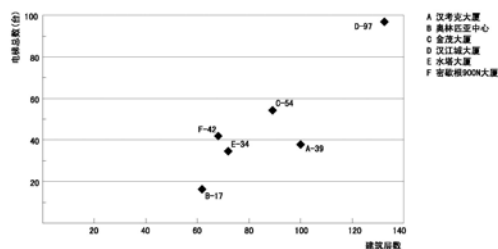


图14 电梯数量与层数关系分析图

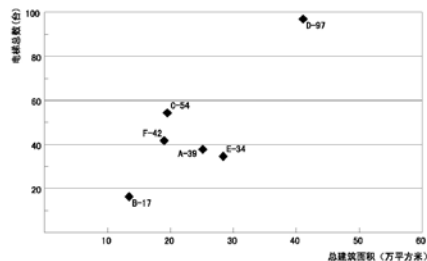


图15 电梯数量与建筑面积关系分析图

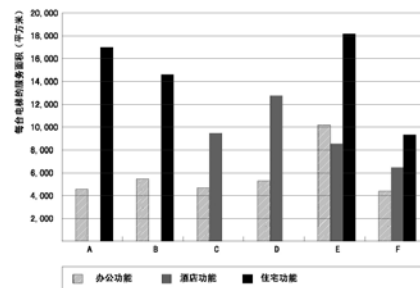


图16 电梯服务面积分析图

在规模变化不大的情况下比别的大厦拥有更多的电梯数量，这主要是由其不同的功能组成所决定的。一般情况下，如果高层综合体的办公功能占据很大比例的话，那么电梯的数量将会显著增多（图14，15）。

2.2 电梯的服务面积

不同的高层综合体，每台电梯的服务面积有一定的差别，同一建筑内对应于不同功能空间的每台电梯服务面积也有较大的差别（图16）。从功能角度看，办公功能空间每台电梯的服务面积最小，这与办公人员的单位面积人流量较大有关，通常办公空间每台电梯的服务面积在4万~6万 m^2 之间。由于办公功能一般位于高层综合体的下部，并由底层大厅作为电梯组织的核心，因此不同的建筑办公功能空间每台电梯的服务面积差别不大。但水塔大厦的办公空间每台电梯服务面积却达到10万多 m^2 ，这是由于其办公功能空间占大厦空间的比例非常小（7.27%）。而酒店功能的每台电梯服务面积更大一些。酒店功能空间一般位于综合体建筑的中上层，酒店的大堂空间需要与客房和其它服务空间紧密联系，因此大堂很少位于综合体的底层大厅中，而是位于空中大厅中，其电梯的组织类型一般都是空中大厅加高速穿梭电梯。而每部电梯的服务面积也取决于酒店的豪华程度。住宅功能中每台电梯服务面积的大小与住宅的套数和面积有很大的关系。

2.3 电梯的组织形式及动态空间效率

通过实例的分析与研究，高层综合体在不同功能竖向叠加后，其电梯必将进行分区来满足功能的需求，而这种分区是以功能为基础的，即不同的分区对应服务于相应的功能空间。但是，不同的综合体电梯分区的模式有所不同，总结起来可以将电梯的组织形式分为三种类型（图17~19）：第一种是底层大厅为核心的各种功能空间并联的类型；第二种是空中大厅加高速穿梭电梯的类型，不同空中大厅分别对应不同的功能空间；第三种也是空中大厅加高速穿梭电梯的类型，但空中大厅作为公共转换大厅服务于两种不同的功能空间。

2.4 电梯的组织形式及静态空间效率

静态空间效率是指高层综合体中各功能空间的建筑面积占总建筑面积的比例。静态空间效率的大小反映了建筑物的设计是否合理、经济，这对于高层综合体的开发商、设计者和使用者来说，都是重要的数据。

各功能空间的建筑面积即高层综合体建筑中的停车、商业、办公、酒店、住宅等功能空间的正常运行所包含的空间，决定空间效率大小的主要因素是以垂直交通为主的核心体面积的大小及所占比例。核心体面积比例越小，所占比例越低，整个建筑的空间使用效率就越高，反之就越低。而决定核心体的大小及所占比例的因素很多，最为重要的是垂直交通所占面积的大小，这取决于建筑的规模、功能布局以及垂直交通的组织方式（图20~21）。

一般的高层综合体建筑的静态空间使用效率在80%左右，而不同的高层综合体建筑的使用效率是有所差别的。例如水塔大厦的静态空间使用效率达到了86.42%之多，主要有两个原因：其一其办公功能所占比例仅为7.27%，前文已经讨论过办公功能对于电梯的需求量是相对其它功能较大的，因此较少的办公功能空间可以减少电梯的使用量从而减小核心体的面积；其二其电梯的组织类型主要是以底层大厅为核心，酒店功能部分用空中大厅加高速穿梭电梯的模式。分析整栋大厦的功能分布，位于低层区的办公功能相对较少，而位于中层区和高层区的酒店功能和住宅功能较多，这使得酒店功能的空中大厅距离底层并不是很高（位于第11层，建筑总共74层），穿梭电梯的运行楼层也比较少，节省了电梯的面积；而位于高层区的住宅功能并没有设立空中大厅，而是以底层大厅作为垂直交通的核心，通过4部电梯进行组织，这种相对简单的模式使得建筑有效地减少了核心体的面积。需要注意的是，并不是所有的建筑都能采用这种模式，水塔大厦住宅的楼层位于综合体的高层区，但其起始楼层并不是很高（第37层），如果住宅的起始楼层过高，则需要设立空中大厅和穿梭电梯。

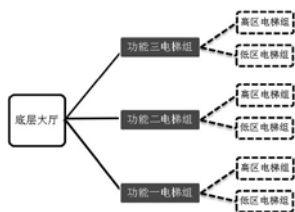


图17 电梯组织类型一

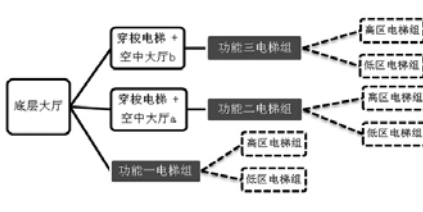


图18 电梯组织类型二

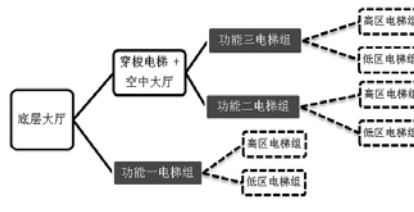


图19 电梯组织类型三

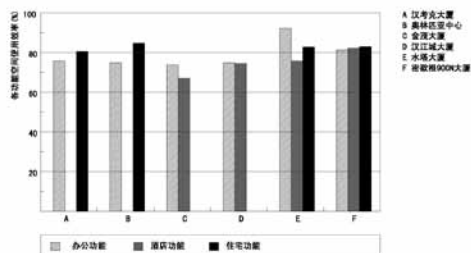


图20 各功能空间使用效率分析

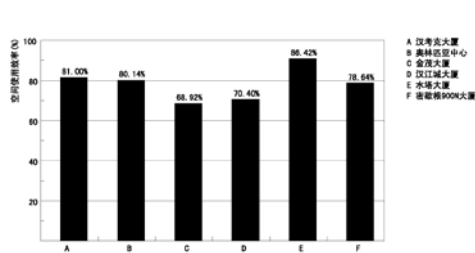


图21 空间使用效率分析

另一个例子是金茂大厦，其静态空间使用效率仅为68.92%，分析其原因主要有三：一是金茂大厦拥有较多的办公功能空间，共46层（第4~50层），其面积占总建筑面积的62.9%，这使得办公功能空间自身的电梯组织就较为复杂，共分为4个分区：高区（5台电梯）、中高区（6台电梯）、中低区（6台电梯）、低区（6台电梯）；二是位于高层区的酒店功能，使用了空中大厅加高速穿梭电梯的组织模式，而其空中大厅位于较高层（第54层），这使得酒店大堂连接底层的穿梭电梯需要运行的距离较长，所占用的面积也较大；三是金茂大厦的顶层有观光层及餐厅层，因此额外增加了一组由两台电梯组成的高速穿梭电梯组贯穿整栋建筑。

由此可见，对于高层综合体来说，静态空间使用效率的大小反映了建筑功能空间的使用情况，也基本反映了高层综合体

建筑的设计合理与否。静态空间使用效率的大小主要取决于功能的分布以及垂直交通的组织方式。当然，高层综合体是一种复杂的建筑，该因素只是对建筑评价的一个方面，还存很多其它因素。

3 总结

本文重点研究了不同功能空间竖向叠加后的高层综合体塔楼内部垂直交通的组织及其空间效率。通过对各功能竖向叠加的高层综合体进行分类研究，进而对各种类型具有代表性的实例进行详细数据分析，总结出垂直交通系统的组织方式，并对其空间效率的动态和静态两个层面做出评价。现代的都市高层综合体变得越来越复杂，这使得其垂直交通系统也更加复杂。因此，垂直交通组织方式与空间效率之间的关系将成为高层综合体设计中更为重要的影响因素。

参考文献

- [1]刘建荣. 高层建筑设计与技术. 北京中国建筑工业出版社, 2005.
- [2]王建国. 城市设计. 南京东南大学出版社, 1999.
- [3]韩冬青, 冯金龙. 城市·建筑一体化设计. 南京东南大学出版社, 1999.
- [4]龙国新. 大型都市综合体开发研究与实践. 南京东南大学出版社, 2005.
- [5]蔡永洁. 城市广场. 南京东南大学出版社, 2006.
- [6]覃力. 日本高层建筑. 北京中国建筑工业出版社, 2005.

图片来源

图1, 3, 5, 7, 9, 11, 13~21为作者自绘；图2来源<http://www.panoramio.com/photo/13597233>；图4来源http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c3/Olympia_Centre_060527.jpg；图6来源http://pic1.nipic.com/2009-02-03/200923182844901_2.jpg；图8来源Space efficiency in mixed-use high-rise building；图10来源http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Water_Tower_Place_060527.jpg；图12来源<http://www.panoramio.com/photo/975043>。



作者简介

张枫，同济大学建筑与城市规划学院博士研究生。主要研究方向高层综合体建筑。