

# 超高层建筑垂直交通系统设计的探究

曹志宁

恒大地产集团呼和浩特有限公司 内蒙古 呼和浩特 010000

**摘要:**长沙金茂大厦项目位于长沙湘江新区核心梅溪湖CBD,本项目作为顶级商务写字楼将有效促进梅溪湖核心商务区的形成,对整个新城具有引领示范性作用。作为超高层写字楼垂直交通系统,建筑中电梯的配置关系到入住用户的办公效率和对建筑楼宇满意程度,长沙金茂大厦代表梅溪湖高端商务区超高层建筑,将成为梅溪湖CBD区域标杆、城市名片。

**关键词:**超高层建筑;垂直交通;电梯配置

## 引言

在超高层建筑中电梯和扶梯组成的垂直运输系统对建筑物的运作效率是非常重要的,建筑物中垂直交通系统设计与建筑结构布局、设备系统等技术决策密切相关。运用相关软件进行交通流量分析得出的电梯载重量、电梯速度、电梯的控制方式等设计参数,电梯系统选型影响建筑方案、建筑高度、核心筒布置等相关技术指标。因此,在设计前期考虑评估和组织垂直交通,是建筑设计的重要组成部分<sup>[1]</sup>。

## 1 超高层建筑的垂直交通系统设计及标准

### 1.1 垂直交通系统流量分析

超高层住宅前期设计中,必须确定建筑区的利用特点,进而对电梯的设置加以研究,其交通流量研究的目的,是给出有效的电梯计算数据,对楼梯的各种选择方法加以研究。一般来说,高层建筑交通流量最拥挤的时段是楼梯的上下高峰期。

写字楼流量计算原则:由于人流高峰期大多集中于上学、下课以及午饭时间,衡量电梯配置重点考察高峰期的运送能力、数量,以及高峰期以外的候梯时间。

对超高层建筑物来说,当大厦的客流量比较集中而且较为固定的情形下,建筑内电梯通行要求主要取决于建筑物内使用功能,扶梯数量、楼梯时速、载重量和对扶梯的群控调度方案。建筑物的利用功能,决定了建筑物楼层数量,以及楼面的标高,同时也决定了电梯运用人员的数量和电梯分布。

### 1.2 交通流量分析的主要参数

在电梯的运送效能分析中,主要参数指标,包括五分钟运载率、平均间隔时间,轿厢拥挤率、最长时间的等待概率、平均耗能、平均响应能力、平均运送能力等。上述参数分别反映了系统的各种要求条件,同时上述参数之间

在一定意义上的影响也相互影响。目前在国际上,一般通过每五分钟运载量的平均间隔时间来确定。

**5分钟运载率(5min handling capacity):**5分钟运载率是指每五分钟内,电梯在单向能运送人数占服务区域总人数的百分比,通常指达到最高峰流量时的5min运输能力。

**处理能力(Handling capacity HC):**多用于上行高峰,指在高峰期的5分钟内电梯系统所能从大堂运送的人数。多以这个人数占电梯服务区域的人数的百分比的形式来表示。设计目标为电梯的高峰期5分钟处理能力不小于到达率。

**间隔时间(Interval-IN):**间隔时间一般用于上行高峰的情况。指电梯离开大堂的间隔。可以通过将周期运行时间除以组内电梯台数来计算。

## 2 长沙金茂大厦电梯的设计及计算

### 2.1 办公项目估算电梯经验值

长沙金茂大厦建筑整体高度333米,总建筑面积210,427m<sup>2</sup>,停车数量1234个。

设计前期方案阶段通过对标超高层建筑项目电梯设计标准经验值约4000~5000m<sup>2</sup>/台,根据本项目使用需求,估算本项目前期电梯数量设置标准约5170m<sup>2</sup>/台。

项目名称	办公楼面积 (m <sup>2</sup> )	乘客电梯台数	办公楼面积/乘客电梯台数指标 (m <sup>2</sup> /台)
长沙金茂大厦	124095	24	5170
沈阳盛京	122925	26	4728
上海IFC	113220	24	4718
上海金茂国际广场	107250	24	4469
沈阳华润大厦	50,625	12	4219

### 2.2 客梯的设计及计算标准

随着超高层建筑物逐渐朝着高密度、多业态方向发

展,垂直交通需求也趋于复杂,同时受其应用要求(业态、档次)的影响,对电梯控制系统的功能标准要求也提高。本项目的电梯系列除塔楼及核心筒内各区间客梯外,还包含了消防电梯,以及穿梭于观光的电梯、货梯、车库旋转楼梯、大堂电梯等,以对应于各个业务楼层和人群。

超高层的楼梯系统采取分段布置方法,楼梯的长度大约为五十米左右,共8~12楼,并设有低区、中联网和高区。使用于中联网、高区的楼梯有长距离无需停车楼架,楼梯能够持续高速运行,低区楼梯需要有密集层层

停车的需要使用低速的楼梯。低区电梯速度在2.5m/s,中区电梯速度在2.5~5.0m/s,高区电梯速度在5.0m/s以上。同时根据本项目特点考虑在在竖向划分为若干段,每段约25~35层,各段又包含若干个电梯分区,在各段之间设置电梯转换层。乘客首先在大楼底层搭乘快速的穿梭式楼梯抵达电梯转换楼层,然后再转乘在各个阶段内部的区域楼梯到达所要抵达的楼层。

参照《2009全国民用建筑工程设计技术措施-规划.建筑.景观》及《英国注册工程师协会推出的标准》,确定本项目电梯设计指标<sup>[2]</sup>。

Table 4.3 CIBSE modern office template quality of service criteria (Note: capacity factor is given in terms of area, not rated load (cf. Table 3.1))

Quality of service rating	Up-peak			Lunch-peak		
	Average waiting time (s)	Average transit time (s)	Capacity factor by area (%)	Average waiting time (s)	Average transit time (s)	Capacity factor by area (%)
7-star	10	40	70	15	40	70
6-star	15	60	75	22.5	60	75
5-star	20	80	80	30	80	80
4-star	25	100	85	37.5	100	85
3-star	30	120	90	45	120	90
2-star	35	140	95	52.5	140	95
1-star	40	160	100	60	160	100
Unclassified	Not meeting 1-star criteria			Not meeting 1-star criteria		

前期方案阶段,建议结合建筑方案剖面、营销需求业态策划、使用标准等估算使用人数。本项目客梯设计及计算标准:办公层人员密度为12m<sup>2</sup>/人,车库人员密度为1人/车位,人员出勤率按照80%考虑,轿厢载客率按照不超过额定载重量的80%,早高峰乘客电梯在三层不停靠,午高峰低区乘客电梯停靠三层,机电层/避难层没有办公人员。本项目设计标准为办公本区电梯平均间隔时间不大于35s,五分钟运载率为12%;办公穿梭电梯为平均间隔时间不大于30s,五分钟运载率为12%;

### 2.3 超高层建筑电梯计算

按照建筑设计参数进行计算。计算前首先收集三方面的信息:各楼层的层高/标高;各组预设电梯的速度、加

速度、荷载;各楼层办公人员定额指标。根据公式计算出5分钟运载率和平均间隔时间两大电梯设计指标。利用专业通过软件Elevate 8具体计算出电梯数量、载重、速度。

### 2.4 电梯配置方案

现有乘客电梯轿厢高度按照3300mm考虑,办公服务电梯的配置设计准则:1台服务电梯/64,000m<sup>2</sup>,设备电梯载重量根据变压器的重量选择。本项目设置2台服务电梯,其中一台服务电梯为载重量2000kg,同时兼为消防电梯,梯速6m/s。另一台服务电梯为本项目的设备电梯兼辅助疏散电梯,载重量根据本项目高区变配电设备选择,由于250m超高层规范要求,同时这台电梯兼做辅助疏散电梯。

编号	服务	行程高度 (m)	载重量 (kg)	数量	速度	轿厢高度
	楼层				(m/s)	(mm)
低一区乘客电梯	F1, F3, F5~F17 (11层设备成不停靠)	76.9	1600	6	2.5	3300
低二区乘客电梯	F1, F3, F18~F30 (21层设备成不停靠)	135.9	1600	6	6	3300
办公穿梭电梯	F1, F2, F32, F32M	147	1800/1800	4	5	3300
高一区乘客电梯	F32, F33~F42 (38层设备成不停靠)	52.5	1600	4	2.5	3300
高二区乘客电梯	F32M, F43~F55 (48层设备成不停靠)	110.9	1600	6	6	3300
高端办公电梯	F32, F56~F64 (57层设备成不停靠)	156	1600	2	6	3300
车库转换电梯	B4~F4	35.7	1350	3	1.75	3300
办公服务兼消防电梯	B4~F64	320.3	2000	1	6	2600
设备电梯兼疏散电梯	B4~F56	281.8	3000	1	5	2800

## 2.5 电梯主要平面布置图



## 3 双层轿厢电梯系统与空中转换大堂电梯应用

### 3.1 双层轿厢电梯

随着超高层建筑物规模增大，垂直交通系统需要增加电梯速度或数量，但电梯速度和数量因建筑布局及设备制约受限。因此双层轿厢电梯应运而生，它把两部电梯以层高的距离上下叠合，乘客分层同时上下，由此可以在不增加电梯井和电梯厅的前提下成倍提高电梯运输容量，双层轿厢电梯能够高效的运送大批量乘客，同时又为超高层建筑最大限度地腾出可使用空间，使用双层轿厢电梯可以提高建筑电梯井道利用率，从而减少所需电梯的数量，增加建筑平面布局可利用空间。

### 3.2 空中转换大堂电梯

在超高层建筑分段式电梯系统中，由于每天会有大量的人流乘穿梭电梯经转换层换乘其他区域电梯，所以在这个转换层通常应布置一个大厅供人们短暂停留、休憩，还会布置一些休闲区域或服务功能供乘客使用，这时电梯转换层也称作空中大堂（Sky Lobby），在办公建筑中空中大堂在垂直交通系统中起到分流作用。利用超高层建筑避难/设备层与空中大堂上下位置关系可以优化核心筒内电梯布置关系<sup>[3]</sup>。

## 4 电梯控制系统

### 4.1 目的楼层选择控制系统

电梯目的楼层控制系统通过提前知晓乘客的目的楼层，尽量把去同一目的楼层的乘客分派进同一轿厢，使得电梯实际停站次数减少，进而提升了电梯运送效能，节约了乘客的时间。另一方面，目的楼层控制系统与各种应用场景（如身份识别、闸机派梯等）的结合使用便于物业管理。出目的选层较常规群控，可以将去相同楼层的人员，分配至同一个电梯，这样减少重复停靠楼层，中间运行时间更短，大大减轻早高峰的拥堵情况，增加30%以上的处理能力。

## 5 电梯烟囱效应

### 5.1 烟囱效应的形成

烟囱效应是由于室外室内温度的不同，引起井道周围空气密度的不同，产生的气压使空气以一定的方向向缝隙渗透或者溜出。

### 5.2 烟囱效应的影响

流动的井道风会从层门门缝挤出，造成噪音。由于井道内和电梯厅外的气压差，导致电梯厅门处的空气对流加强，风压严重时，会影响电梯开关门。当发生火灾时，烟

囱效应会将浓烟或火苗抽入井道中,造成火势蔓延。

### 5.3 降低烟囱效应的措施

将在大堂入口处设置旋转门及门斗空气幕、地暖等方式保证温度。对于那些次要通道连同地下停车场的外门口等,在冬季也要装门,至少应该增挂厚门帘。通过以上两种方式尽量避免在冬季,空气通过各种外门从底层流向室内<sup>[4]</sup>。

结束语:超高层建筑的核心筒集合了电梯井道、消防楼梯间和前室、机电设备机房、管道井及卫生间等服务性空间平面布局,核心筒的大小、位置和布局与建筑功能、建筑体型及平面形状等因素密切相关。此外,在超高层建筑中电梯作为垂直交通工具,其数量的配置、控制方式及有关参数的选定不仅直接影响建筑物的一次

投资,而且还将影响建筑物的使用安全和经营服务质量,在设计中对电梯的配置应予以充分重视。

### 参考文献

[1]陈众励,程大章.现代建筑电气工程师手册[M].北京:中国电力出版社,2020

[2]住房和城乡建设部工程质量安全监管司,中国建筑标准设计研究院.全国民用建筑工程设计技术措施2009规划·建筑·景观[M].北京:中国计划出版社,2010

[3]刘建荣.高层建筑设计与技术.北京:中国建筑工业出版社,2004

[4]刘杰,陈珊,王乐文.高层写字楼电梯系统优化配置要点——以北京新保利大厦为例[J].建筑学报,2010(6).