

1 概述

- 1.1 本工程按现行国家、上海市有关设计规程及初步设计的批准文件进行设计。
- 1.2 本工程结构的设计使用年限：主楼为 100 年，裙房为 50 年。上部结构的安全等级见表 1.2。地基的设计等级为甲级。

表 1.2 安全等级

构件	安全等级
主楼的主要构件 (包括巨型柱、巨型斜撑、外伸臂桁架、带状桁架和剪力墙)	1
主楼中的次要构件 (包括楼面梁和周边小柱)	2
裙房中的所有构件	2

- 1.3 本工程地下 3 层。主楼地上 101 层，总高度为 492m；裙房地上 4 层，总高度约 16m。
- 1.4 本工程 ±0.000 相当于绝对标高 5.200，室内外高差为 1400mm。
- 1.5 本工程构件的抗震等级见表 1.5。

表 1.5 抗震等级

构件	抗震等级
主楼中的核心筒及周边剪力墙	特 1
巨型柱、巨型斜撑	特 1
裙房及裙房以下地下室剪力墙	2
主楼及裙房范围以外地下室的剪力墙	3
裙房框架	2

结构类型 = 乙类建筑（重要建筑）

基本地震烈度 = 7 度

确定抗震构造措施采用的设防烈度 = 8 度

地下一层抗震等级同底层结构，地下二层及以下抗震等级为 3 级

- 1.6 施工中应严格遵照国家及上海市现行验收及施工有关规定进行。本设计中未考虑冬季，雨季的施工措施，施工单位应根据有关施工验收规范采取相应措施。
- 1.7 本工程图纸所注尺寸均以毫米为单位,高程以毫米为单位。

2 荷载

2.1 重力荷载

下列荷载不包括钢结构构件的重量。此外，除另有说明，电梯及机械设备的重量（如锅炉、冷却塔，应急发电机和其它相似机器等）的荷载不包括在以下荷载标准之中。

自重：以下是部分典型用途的恒载，

用途	结构	
	类型	自重 (kPa)
办公，核心筒内	76 mm “ Lysaght 3W ” 压型	3.0

(6 层及以上)	钢板上浇 80 mm 混凝土	
交易、展览 (2 至 5 层) 办公 - 位于避难/设 备层以上的核心筒内 (5 层及以下)	76 mm “ Lysaght 3W ” 压型 钢板上浇 124 mm 混凝土	4.1

其它用途的结构自重详见平面图。

附加恒载：附加荷载的取值详见平面图。

活荷载：活荷载已包括了分隔墙的重量。所有在塔楼范围内的分隔墙均为轻质隔墙或相似材料。
活荷载的取值详见平面图。活荷载将根据不同的使用功能进行折减，除特别注明“N”的以外。

活荷载的设计折减：活荷载折减系数依据《建筑结构荷载规范 GB50009-2001》第 4 章规定。

1) 用途表 (GB 50009-2001 表 4.1.1)

项次	类 别
1	(1) 住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所、幼儿园
	(2)教室、试验室、阅览室、会议室、医院门诊部
2	食堂、餐厅、一般资料档案室
3	(1)礼堂、剧场、电影院、有固定座位的看台
	(2)公共洗衣房
4	(1)商店、展览厅、车站、港口、机场大厅及其旅客等候室
	(2)无固定座位的看台
5	(1)健身房、演出舞台
	(2)舞厅
6	(1)书库、档案库、储藏室
	(2)密集柜书库
7	通风机房、电梯机房
8	汽车通道及停车库 (客车、消防车):
	(1)单向板楼盖 (板跨不小于 2m)
	(2)双向板楼盖和无梁楼盖 (柱网尺寸不小于 6m×6m)
9	厨房
	(1)一般
	(2)餐厅
10	浴室、厕所、盥洗室：
	(1)对第一项中的民用建筑
	(2)对其他民用建筑
11	走廊、门厅、楼梯：
	(1)宿舍、旅馆、医院、托儿所、幼儿园、住宅
	(2)办公楼、教室、餐厅、医院门诊部
	(3)消防疏散楼梯、其他民用建筑
12	阳台：
	(1)一般情况
	(2)当人群有可能密集时

2) 设计楼面梁时的活荷载折减

- a) 第 1 (1) 项当楼面从属面积超过 25m² 时，应取 0.9 ；
- b) 第 1 (2) ~ 7 项当楼面梁从属面积超过 50m² 时，应取 0.9 ；
- c) 第 8 项对单向板楼盖的次梁和槽形板的纵肋应取 0.8 ；对单向板楼盖的主梁应取 0.6 ；对双向板楼盖的梁应取 0.8 ；
- d) 第 9 ~ 12 项应采用与所属房屋类别相同的折减系数。

3) 设计墙、柱和基础时的活荷载折减系数

- a) 第 1 (1) 项应按下表 (GB 50009-2001 表 4.1.2) 采用 ；

墙、柱、基础计算截面以上的层数	1	2 ~ 3	4 ~ 5	6 ~ 8	9 ~ 20	>20
-----------------	---	-------	-------	-------	--------	-----

计算截面以上各楼层活荷载总和的折减系数	1(注1)	0.85	0.7	0.65	0.6	0.55
---------------------	-------	------	-----	------	-----	------

注 1：当楼面梁的从属面积超过 25m^2 时，应取 0.9。

b) 第 1 (2) ~ 7 项当楼面梁从属面积超过 50m^2 时，应取 0.9；

c) 第 8 项对单向板楼盖应取 0.5；对双向板楼盖和无梁楼盖应取 0.8；

d) 第 9 ~ 12 项应采用与所属房屋类别相同的折减系数。

2.2 风荷载

由西安大略大学提供的等效风荷载分布收录於《上海环球金融中心的风载和偏移分析，2002 年 10 月；中文版 2002 年 3 月》中。此风荷载是基於蒙特卡罗模拟风气候所产生的风速数据计算所得，详情见《中国上海的风气候研究》(西安大略大学边界层风洞实验室,2002 年 3 月)。此方法和所采用的风速已于 2002 年 4 月 3 日上海环球金融中心风工程技术论证会中得到认可，详情见《上海环球金融中心风工程技术论证会意见》(上海市建委科学技术委员会，2002 年 4 月)。

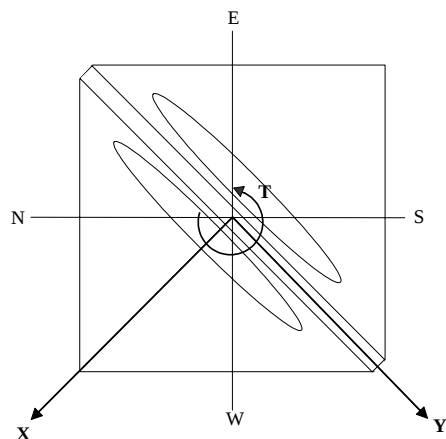
西安大略大学的报告提供了用于正常使用状态设计及结构强度设计的风荷载,当中考虑了下列情况：

- 现时及将来建筑物的周边环境设定(环境设定 1 和 2)；
- 两组结构的自振周期：

周期组 A: $T_1 = 7.9s$, $T_2 = 7.6s$, $T_3 = 2.9s$

周期组 B: $T_1 = 7.2s$, $T_2 = 6.8s$, $T_3 = 2.6s$

报告提供了 X、Y 方向及扭转的风荷载。方向介定见图 3-1:



风荷载的符号介定

风荷载为将来建筑物的周边环境控制(环境设定 2)，设计考虑了下列风荷载 (X、Y 及扭转方向)：

- 1) 正常使用状态设计：100 年一遇的风荷载(风速为 43.7 m/s)，阻尼比为 2%，选用将来周边环境设定
- 2) 结构强度设计：200 年一遇的风荷载(风速为 46.3 m/s)，阻尼比为 2.5%，选用将来周边环境设定

X、Y 及扭转风荷载按下表进行组合：

荷载分项	荷载组合系数		
	X-方向	Y-方向	扭转
X-方向	1.0	0	0
Y-方向	0	1.0	0
扭转	0	0	1.0
X-方向 和 扭转	0.85	0	0.85
Y-方向 和 扭转	0	0.85	0.85
X-方向 和 Y-方向	0.85	0.85	0

X-方向, Y-方向 和 扭转	0.75	0.75	0.75
-----------------	------	------	------

按照上海环球金融中心风工程技术论证会专家咨询意见的建议[见《上海环球金融中心风工程技术论证会意见》(2002 年 4 月)), 在进行构件的强度设计时, 风荷载将乘以 1.1 的增大系数。此增大系数与一级安全等级所需的强度设计放大系数相符。

2.3 地震荷载

地震荷载的取定按照上海市标准《建筑抗震设计规范》(报批稿)及中国国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2001)。在运用上海抗震规范报批稿中的反应谱进行地震分析时,采用的参数如下:

设防烈度 = 七度

场地类型 = 第 IV 类

水平地震影响系数最大值 = 0.08

场地特征周期 = 0.9 秒用于多遇地震, 1.1 秒用于罕遇地震

阻尼比 = 0.04 (按照 JGJ 3-2002 中的混合结构取定)

进行时程分析时,多遇地震下(50 年的超越概率为 63%)的地面加速峰值度为 35 cm/s²,罕遇地震下(50 年的超越概率为 2~3%)的地面加速峰值度为 220 cm/s²。为了解结构的长周期振型对结构在深软地基上反应的影响,我们以 55 cm/s² 的地面加速度峰值进行补充时程分析。除此之外,我们也针对七度设防烈度地震(地面加速峰值度为 100 cm/s²)进行补充时程分析。

依据《建筑抗震设计规范 GB 50011-2001》第 5.1.3 条,地震荷载中的重力荷载代表肢取:恒载 + 0.5 活载。

3 荷载组合

3.1 下述荷载组合用于构件的强度设计

重力

$$1.35 \text{ DL} + 0.7 \times 1.4 \text{ LL (注 1)}$$

$$1.2 \text{ DL} + 1.4 \text{ LL}$$

$$1.0 \text{ DL} + 1.4 \text{ LL (注 2)}$$

重力和风

$$1.2 \text{ DL} + 1.4 \text{ WL}$$

$$1.0 \text{ DL} + 1.4 \text{ WL (注 2)}$$

$$1.2 \text{ DL} + 1.4 \text{ LL} + 0.6 \times 1.4 \text{ WL}$$

$$1.0 \text{ DL} + 1.4 \text{ LL} + 0.6 \times 1.4 \text{ WL (注 2)}$$

$$1.2 \text{ DL} + 0.7 \times 1.4 \text{ LL} + 1.4 \text{ WL (注 1)}$$

$$1.0 \text{ DL} + 0.7 \times 1.4 \text{ LL} + 1.4 \text{ WL (注 1,2)}$$

重力、风和地震

$$1.2 \text{ DL} + 0.5 \times 1.2 \text{ LL} + 1.3 \text{ EQh} + 0.2 \times 1.4 \text{ WL}$$

$$1.0 \text{ DL} + 0.5 \times 1.0 \text{ LL} + 1.3 \text{ EQh} + 0.2 \times 1.4 \text{ WL (注 2,3)}$$

主楼主要结构构件的强度设计中，上述非抗震组合均乘以 1.1 的放大系数，以与这些构件的一级安全等级相符。

3.2 下述荷载组合用于使用状态之位移与变形的复核

重力

标准荷载组合 (短期荷载组合)

$$1.0 \text{ DL} + 1.0 \text{ LL}$$

准永久组合 (长期荷载组合)

$$1.0 \text{ DL} + \psi q \text{ LL (注 5)}$$

重力和风

$$\text{DL} + \text{WL}$$

$$\text{DL} + \text{LL} + 0.6 \text{ WL}$$

$$\text{DL} + 0.7 \times \text{LL} + \text{WL (注 1)}$$

重力、风和地震

$$\text{DL} + 0.5 \times \text{LL} + \text{EQh} \pm 0.2 \times \text{WL}$$

注：

- 1) 当房间用途为书库、文档库、储藏室、风机房和电梯机房时，於公式中活荷载前 0.7 的系数应改取为 0.9。
- 2) 用于验算倾覆、滑移和上浮时，静荷载的荷载系数应改取为 0.9。
- 3) 用于验算倾覆、滑移和上浮时，活荷载的荷载系数应改取为 0.9。
- 4) 依据《建筑抗震设计规范 GB 50011-2001》第 5.1.3 条，活荷载的荷载系数应改取为 0.5。

5) ψq 取值见下表。

项次	类 别	准永久值 系数 ψq
1	(1) 住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所、幼儿园	0.4
	(2) 教室、试验室、阅览室、会议室、医院门诊部	0.5
2	食堂、餐厅、一般资料档案室	0.5
3	(1) 礼堂、剧场、电影院、有固定座位的看台	0.3
	(2) 公共洗衣房	0.5
4	(1) 商店、展览厅、车站、港口、机场大厅及其旅客等候室	0.5
	(2) 无固定座位的看台	0.3
5	(1) 健身房、演出舞台	0.5
	(2) 舞厅	0.3
6	(1) 书库、档案库、储藏室	0.8
	(2) 密集柜书库	0.8
7	通风机房、电梯机房	0.8
8	汽车通道及停车库（客车、消防车）：	0.6
	(1) 单向板楼盖（板跨不小于 2m）	0.6
	(2) 双向板楼盖和无梁楼盖（柱网尺寸不小于 6m×6m）	0.6
9	厨房	
	(1) 一般	0.5
	(2) 餐厅	0.7
10	浴室、厕所、盥洗室：	
	(1) 对第一项中的民用建筑	0.4
	(2) 对其他民用建筑	0.5
11	走廊、门厅、楼梯：	
	(1) 宿舍、旅馆、医院、托儿所、幼儿园、住宅	0.4
	(2) 办公楼、教室、餐厅、医院门诊部	0.5
	(3) 消防疏散楼梯、其他民用建筑	0.3
12	阳台：	
	(1) 一般情况	0.5
	(2) 当人群有可能密集时	0.5

4 位移与变形

4.1 主楼位移

- 1) 100 年一遇风荷载作用下最大总层间位移应小于楼层高度的 1/500。
- 2) 多遇地震作用下最大总层间位移应小于楼层高度的 1/500。
- 3) 罕遇地震作用下的最大总塑性变形应小于楼层高度的 1/100。

4.2 钢梁变形

- 1) 活荷载作用下的挠度规限于跨度的 1/500 或 20 mm，以小者为限。
- 2) 组合梁在标准组合和准永久组合下的挠度应满足下表的要求：

构件类别	挠度限值
(1) 主梁（包括吊车梁）	L / 400
(2) 抹灰顶棚的梁（仅用可变荷载的计算）	L / 350
(3) 所有 (1)和(2)项以外的梁（包括楼梯梁）	L / 250

5 加速度及扭转速度

风荷载作用下的最大加速度限值如下：

用途	采用的限值		中国规范	
	1 年重现期	10 年重现期	1 年重现期	10 年重现期
旅馆	7-9 mg	15-20 mg	没有规定	25 mg
办公室	9-12 mg	20-25 mg	没有规定	25 mg

风荷载作用下最大扭转速度限值（中国规范没有规定）如下：

用途	采用的限值	
	1 年重现期	10 年重现期
各项	1.5 milli-rad/s	3.0 milli-rad/s

6 楼面振动

1. 楼面系统的振动（主次梁的共同作用）按照 AISC 的《人群活动下的楼面振动》(Murray, Allen 和 Ungar, 1997 年)进行验算，采用的标准如下：

$$\frac{a_p}{g} = \frac{P_o \exp(-0.35f_n)}{BW} < \frac{a_o}{g}$$

式中：

- a_p/g = 估算的峰值加速度
- a_o/g = 加速度限值，取为 0.005 (=0.5%)
- f_n = 结构固有频率 (Hz)
- P_o = 力常数，取为 0.29 kN
- B = 模态阻尼比，办公室楼面取为 3%，旅馆楼面取为 5%。
- W = 楼面系统的有效重量 (kN)
- $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

楼面结构的自振频率不得小于 3 赫兹。此外，楼面结构加速度限值可按下表进行验算：

频率	a_o 办公室楼面 (cm/s ²)	a_o 旅馆楼面 (cm/s ²)
$f_n < 8 \text{ Hz}$	3.0	1.5
$f_n > 8 \text{ Hz}$	$(3.0 \times f_n)/8$	$(1.5 \times f_n)/8$

2. 考虑楼面振动时，主次梁与核心筒或巨型柱的连接设计为固端连接。
3. 振动分析时的荷载考虑：

- 办公室楼面 DL + SDL + 0.50 kPa
- 旅馆楼面 DL + SDL + 0.25 kPa