

# 多层与高层建筑结构

第二版

方善镐



东南大学出版社

# 多层与高层建筑结构

第 二 版

方 善 镐

东南大学出版社

## 内 容 简 介

本书主要讲述多层与高层建筑的结构特点及不同结构体系,即混合结构、框架结构、框剪结构、剪力墙结构、筒体结构的应用范围、结构布置、受力特点、计算原理、设计原则及实例分析,并介绍了地下室设置和基础选型。在附录中还给出了高层建筑结构设计的一些常用数据、图表、设计原则和计算例题。

本书可作为高等院校建筑学专业教材,也可供建筑及结构设计人员、工程技术人员学习参考。

责任编辑 刘柱升

责任校对 刘娟娟

## 多层与高层建筑结构

第二版

方善镛

\*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼2号 邮编 210096)

江苏省新华书店经销 南京人民印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 14.00 字数 332 千

1998 年 4 月第 2 版 1998 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册

ISBN 7—81050—316—2/TU·37

定价:18.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

## 前 言

《多层与高层建筑结构》一书于1989年6月出版发行以来,随着我国经济建设的迅速发展,全国各城镇又新建了大量的多层与高层建筑,在设计与施工方面均获得了丰硕成果与成熟经验,在此期间我国又相继颁布了不少有关多层与高层建筑设计及施工技术新规范,为此,我们决定对原书进行修订、补充。修订全部按我国现行标准规范进行,并补充了混合结构和四种高层建筑结构体系的设计原则以及多种设计实例。

经修订补充后的第二版,内容共分为七章,并有附录。第一章系统地阐述了高层建筑的发展趋势,高层建筑结构的特性及基本要求,以及高层建筑在承受侧向风力或水平地震力作用下如何保证强度和减少侧移的方法。第二章简要介绍了多层建筑混合结构的适用范围、平面布置、设计要点与构造要求,以及对目前采用混合结构的多层住宅建筑实例作了分析。第三章主要叙述了梁柱框架和板柱框架结构的设计布置原则,内力和侧移的计算及其柱网、层高和梁柱截面尺寸的确定,并举例进行了分析。第四章着重对框剪结构的高层建筑的受力特点和剪力墙的合理布置作了叙述,并介绍了框剪结构内力和侧移的简捷且实用的计算方法,对一些框剪结构的高层建筑也作了分析。第五章关于采用剪力墙结构的高层建筑的受力特点、设计布置均有详述,并列举实例加以分析。第六章概括了应用筒体结构的高层建筑,不仅分析其受力性能和计算原理,并对框筒、筒中筒和群筒等筒体结构进行了实例分析比较,归纳了有关筒体结构的设计要点。第七章阐明高层建筑在结构上需要设置地下室,以及高层建筑的各种不同基础结构选型及其应用问题。最后,将有关高层建筑的宽度、高层建筑平面突出部分的比例、框架结构计算举例、各种结构体系(混合结构、框架结构、框剪结构、剪力墙结构、框筒与

# 目 录

## 第一章 多层与高层建筑的结构特点

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一节 多层与高层建筑的发展趋势 .....   | 1  |
| 第二节 高层建筑结构的特性及基本要求 ..... | 6  |
| 第三节 侧向水平力 .....          | 9  |
| 第四节 保证强度和减少侧移的方法 .....   | 15 |

## 第二章 混合结构

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 第一节 适用范围 .....               | 25 |
| 第二节 混合结构平面布置 .....           | 27 |
| 第三节 混合结构设计要点 .....           | 29 |
| 第四节 混合结构的开间、进深、层高和构造要求 ..... | 37 |
| 第五节 混合结构多层建筑举例 .....         | 39 |

## 第三章 框架结构

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一节 适用范围 .....           | 50 |
| 第二节 框架结构布置 .....         | 54 |
| 第三节 框架结构类型 .....         | 58 |
| 第四节 框架结构内力和侧移计算原理 .....  | 62 |
| 第五节 框架结构柱网、层高和截面尺寸 ..... | 75 |
| 第六节 框架结构举例 .....         | 78 |

## 第四章 框剪结构

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 适用范围 .....         | 88 |
| 第二节 框剪结构的受力特点 .....    | 89 |
| 第三节 框剪结构的内力和侧移计算 ..... | 90 |
| 第四节 剪力墙的合理布置及其类型 ..... | 94 |
| 第五节 框剪结构举例 .....       | 97 |

## 第五章 剪力墙结构

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一节 剪力墙结构的应用 .....     | 111 |
| 第二节 剪力墙结构的受力特点 .....   | 114 |
| 第三节 剪力墙结构体系的平面布置 ..... | 117 |
| 第四节 剪力墙上洞口的位置 .....    | 118 |

|                        |                          |     |
|------------------------|--------------------------|-----|
| 第五节                    | 剪力墙结构举例 .....            | 120 |
| 第六节                    | 剪力墙所受水平荷载的分配举例 .....     | 133 |
| <b>第六章 筒体结构</b>        |                          |     |
| 第一节                    | 框筒结构的应用范围及举例 .....       | 137 |
| 第二节                    | 框筒结构的受力性能 .....          | 141 |
| 第三节                    | 框筒结构近似计算原理 .....         | 143 |
| 第四节                    | 框筒结构的试验研究 .....          | 146 |
| 第五节                    | 群筒结构的适用范围及举例 .....       | 147 |
| 第六节                    | 群筒结构的布置原则 .....          | 156 |
| 第七节                    | 群筒结构的计算原理及其分析 .....      | 158 |
| 第八节                    | 筒中筒结构的试验研究 .....         | 163 |
| <b>第七章 地下室的设置和基础选型</b> |                          |     |
| 第一节                    | 地下室的设置 .....             | 166 |
| 第二节                    | 基础选型 .....               | 167 |
| <b>附 录</b>             |                          |     |
| 附录 A                   | 高层建筑的宽度 .....            | 179 |
| 附录 B                   | 平面突出部分的比例 .....          | 179 |
| 附录 C                   | 风荷载体型系数 .....            | 180 |
| 附录 D                   | 框架结构计算举例 .....           | 182 |
| 附录 E                   | 框剪结构计算举例 .....           | 189 |
| 附录 F                   | 剪力墙的判别式与举例 .....         | 193 |
| 附录 G                   | 混合结构设计原则(纲要) .....       | 198 |
| 附录 H                   | 框架结构设计原则(纲要) .....       | 202 |
| 附录 I                   | 框剪结构和剪力墙结构设计原则(纲要) ..... | 209 |
| 附录 J                   | 筒体结构设计原则(纲要) .....       | 215 |
| <b>参考文献</b> .....      |                          | 218 |

# 第一章 多层与高层建筑的结构特点

## 第一节 多层与高层建筑的发展趋势

随着社会生产力和现代科学技术的发展,在一定条件下出现了高层建筑。它具有占地面积小、节省公用设施投资、改变城市面貌等优点。但建筑层数越高,对施工技术的要求也就越高,造价也相应增加。我国规定,8层以上称为高层建筑,2~7层则称为多层建筑。

解放前,我国曾建造了一些高楼。如1934年在上海建成了24层的国际饭店,其中地下室2层,总高度86m,系钢框架结构;22层的上海大厦,其中地下室1层,总高度76.6m,系双层铝钢架结构。

解放后,我国大量地建造6~7层的住宅及办公、教学、医疗等多层建筑,较普遍采用了混合结构。

随着社会主义经济建设的迅速发展,全国各地8层以上高层建筑似雨后春笋般拔地而起,大大改变了我国一些大城市的面貌。见图1-1和图1-2。



图 1-1 深圳地王商业大厦



图 1-2 深圳海景高层住宅

我国100m以上已建成和正在建设的高层建筑遍及各大城市,如:上海电讯大楼(高118m)、上海联谊大厦(高105m)、上海锦江饭店分馆(高154m)、上海静安希尔顿饭店

(高约 143m)、广州白云宾馆(高 106.6m)、广州珠江商业大厦(高 112.2m)、广州花园酒家(高 109m)、广州广东国际大厦(高 197m)、南京金陵饭店(高 110.76m)、北京京广大厦(高 208m)、北京京城大厦(高 171.5m)、北京国际饭店(高 112m)、北京中央彩电大楼(高 107m)、北京国际大厦(高 102m)、深圳国际贸易中心大厦(高 158.65m)、深圳发展中心大厦(高 153.4m)、深圳地王商业大厦(高 383.95m)等。

1976 年在广州建成 33 层的白云宾馆,其中地下室 1 层,总高度为 106.60m,系钢筋混凝土剪力墙结构,这是 70 年代国内的最高建筑。

1983 年建成的南京金陵饭店,主楼塔形建筑共 37 层,其中地下室 1 层,高度 110.76m,系钢筋混凝土筒中筒结构。

1985 年建成的深圳国际贸易中心大厦共 53 层,其中地下室 3 层,高 158.65m,系钢筋混凝土筒中筒结构。这是我国 80 年代最高的建筑,见图 1-3 和图 1-4。此大厦外墙采取玻璃外凸窗,与低层裙楼有机结合,映趣横生,令人寻味。

目前,深圳地王商业大厦 81 层,高 383.95m,是已建成的全国第一和亚洲第一高楼。另外,广东国际大厦共 64 层,其中地下室 2 层,高达 197m,亦是国内 90 年代的最高建筑,系采用钢筋混凝土筒中筒结构。



图 1-3 深圳国贸中心大厦裙楼

高层钢结构建筑,我国从 80 年代起开始应用,它代表着高层建筑发展的新阶段、新水平。如上海锦江分馆地上 43 层,地下 1 层,于 1987 年建设,是全国第一座高层纯钢结构建筑,系采用了钢框架结构加钢支撑的框剪结构体系。随着探索新结构、新技术,尤其发展到最近几年以来,采取钢——混凝土组成的新型混合组合结构,已成为钢结构的主流。

我国从 1990 年开始,全国各城市高层建筑迅速兴起。目前,全国最高建筑上海金茂大厦建筑面积 28.7 万  $\text{m}^2$ ,88 层,总高度 413m,3 层~50 层为办公层,53 层~85 层为五星级酒店,88 层为公众的观光层。建筑平面尺寸 53.4m $\times$ 53.4m,内筒 27m $\times$ 27m,系正方形筒体结构。辅楼有商场、展览中心、会议中心。这幢具有强烈时代感和地方特点的塔式建筑,它将成为上海浦东陆家嘴金融贸易区的标志建筑之一。

上海浦东陆家嘴地区继建造 88 层的金茂大厦之后,又将兴建环球金融中心大厦,达 95 层,高度 460m,建成后将作为当今世界最高的建筑物,它比美国芝加哥希尔斯大厦高 442m 还高出 18m。该环球金融中心大厦建筑面积 31 万  $\text{m}^2$ ,是集办公、宾馆、商场和观光平台于一体的金融大厦。平面尺寸为  $54\text{m} \times 54\text{m}$ ,内筒  $29\text{m} \times 29\text{m}$ 。大厦设计方案运用传统的中国庭园建筑月亮门的构思形式,顶部开设圆孔,距孔底 10 米处设置采用通透材料的天桥,形成简洁而富有新意的外形。内筒为钢筋混凝土墙体,外框柱采用型钢混凝土柱,柱距 3.75m,底部截面  $0.84\text{m} \times 1.20\text{m}$ ,内置工字形型钢,混凝土强度等级为 C60。亦系筒体结构体系。它将与金茂大厦等组成上海浦东陆家嘴地区的鲜明标志。

由于高层建筑层数不断增加,高层建筑的外柱或内柱,承受的荷载越来越大,所需柱子截面尺寸亦随之增大。为了缩小或减少柱子结构截面尺寸,除了上述采用高强度混凝土型钢柱可称为劲性混凝土结构柱以外,还采用了高强度混凝土钢管圆柱。如上海金茂大厦外柱系为高强度混凝土钢管圆柱;又如广州好世界大厦建筑面积  $54165\text{m}^2$ ,地上 33 层,地下 3 层,高度 116.3m,建筑平面尺寸为  $63\text{m} \times 36.4\text{m}$ ,1~2 层商场,3~8 层为车库,9~33 层为办公楼。亦采用 C60 高强度混凝土钢管柱,使底层柱截面尺寸由  $2\text{m} \times 2\text{m}$  方柱,改为  $\phi 1.2\text{m}$  钢管混凝土圆柱,只相当原设计柱截面的 28%,相对扩大了室内使用面积和建筑空间。这种称为钢管混凝土结构柱是崭新的先进结构,因空心钢管内的高强度混凝土系三个方向受力挤实,大大提高了钢管混凝土柱的承载能力。它比一般采用混凝土强度等级为 C30 或 C40 的钢筋混凝土柱承载力提高约 2~3 倍,相应柱横截面面积亦可减少 2~3 倍。采用钢管混凝土柱还具有结构自重减轻,延性好,耐疲劳,耐冲击,有良好抗震性能,钢管又可兼作模板,安装和浇灌混凝土也十分简便,其发展前景广阔。

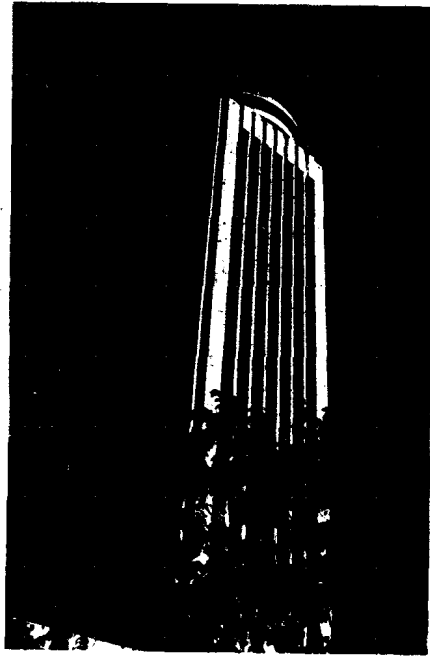


图 1-4 深圳国贸中心大厦

国外高层建筑始于 1885 年在美国芝加哥建成的一座 10 层的钢框架结构的建筑——家庭保险公司(Home Insurance Company)。世界上建筑层数最多的是 1972 年建成的美国纽约世界贸易中心(World Trade Center),是 110 层的塔式摩天楼,另有地下室 6 层,高度为 411m,系钢框筒结构。当今世界最高的建筑是 1974 年在美国芝加哥建成的希尔斯大厦(Sears Tower),109 层,另有地下室 3 层,总高度达 442m,系由 9 个筒体组成的群筒结构。据报道美国纽约电视城中有一幢三棱柱形的塔楼 150 层,高度约达 509m,它比希尔斯大厦还高出 67m。

我国高层建筑发展的趋势是,数量逐年增多,层数增加,体型多样。除矩形、一字形以外,出现了“Z”、“□”、“卄”“Y”、“H”等型式。

解放以来,我国新建了大量的混合结构多层建筑,尤其是政府为了改善和提高广大人民的居住条件与水平,至 1994 年共新建住宅 27 亿  $\text{m}^2$ ,改革开放后从 1979~1994 年 16 年中建成 22 亿  $\text{m}^2$ ,为建国以来前 30 年的 4.4 倍。从 1993 年起,平均每年完成住宅为 2 亿多  $\text{m}^2$ ,农村建房每年是六、七亿  $\text{m}^2$ 。城市人均居住面积由 1978 年的 3.6 $\text{m}^2$ ,提高到 1994 年的 7.7 $\text{m}^2$ ,增加了一倍多。2000 年小康住宅的标准,建设部门有关领导认为:“是一个综合性的评价体系。主要包括:(1)面积标准是人均居住面积 8 $\text{m}^2$ ,相当于使用面积 12.5 $\text{m}^2$ ,建筑面积 15 $\text{m}^2$ ;(2)拥有卧室和独用的厅、卫生间、厨房等的住宅成套率,要达到 70%~80%;(3)居住环境,要比较舒适、安静、便利,无脏乱差的现象,绿化也要配套。”现在,深圳人均居住面积已超过 11 $\text{m}^2$ ,位居全国首位。上海市区人均居住面积在 2000 年力争达到 10 $\text{m}^2$ 。各地均“以人为核心”进行住宅建筑的精心设计与精心施工,取得了“统一规划,合理布局,综合开发,配套建设”的重要经验,将住宅建成为外型新颖、设计合理、环境优美、群众满意的住房。同时,还充分考虑了各种不同消费层次,不同类型人员对居住功能的要求,建设了大量的普通商品房,中、高档商品房,拆迁安置房和独院式住宅等各种房型。看来,只要选择地段好、房型佳、质量优、配套齐、房价低的商品房,必将会使房地产投资取得迅速回报。

据悉至 1995 年底全国商品房累计空置面积约 5000 万  $\text{m}^2$ ,其中商品住宅面积有 3000 多万  $\text{m}^2$ 。至 1996 年底仅全国城市中就有人均居住面积不足 4 $\text{m}^2$  以下的缺房户 300 多万户亟待改善居住条件,尚有 3000 多万  $\text{m}^2$  的危房陋屋需改造更新。可见,在今后相当长的时期里住宅的需求量仍然很大,为减少城市占地面积,在城市特别是大型城市中,今后会新建一定比例的小高层(10~15)和 16 层以上的高层住宅。其它如旅馆、办公楼、商住楼也会因占地少,设备集中,服务方便,经济,常建成多层或高层,见图 1-5~图 1-8。有时高层建筑数量在一定程度上反映出一个城市现代化的程度,随着我国经济发展,城市多、高层建筑还会逐渐增加,因此对多、高层建筑的研究十分必要。



图 1-5 深圳地球高层公寓



图 1-6 深圳世界花园多层住宅

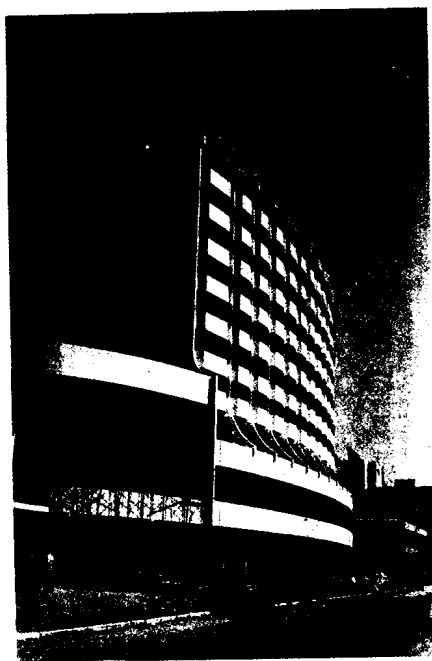


图 1-7 办公楼



图 1-8 深圳蛇口南海酒店

## 第二节 高层建筑结构的特性及基本要求

### 一、高层建筑结构的特性

建筑随着由低层向高层发展,建筑物承受的水平侧向荷载将逐渐成为结构设计的控

制因素。这是因为：第一，竖向荷载及其引起的结构内力，随建筑层数增加按线性比例增加；而水平侧向荷载，如风荷载和地震荷载，则沿高度越往上越大，其结构内力与高度的平方成正比。因此，随着建筑层数的增加，水平侧向荷载的影响比竖向荷载的影响增加得快；第二，任何材料都在承受纯拉或压时最能充分利用其强度，受弯时则不能全部发挥材料的潜力。混凝土因具有抗压强度高及抗拉强度低的特性，而难以承担较大的拉力和剪力。可见，层数越多、弯剪内力越大、结构的材料性能越难以充分发挥。当建筑层数不多时竖向荷载在结构设计中起控制作用，随着建筑层数的增多，水平荷载的影响将迅速增大，以致在结构设计中起控制因素。正确认识这一特性，对设计好高层建筑颇有影响。

二、高层建筑结构的基本要求

高层建筑的确定不仅取决于结构本身的考虑，而且往往还受到城市规划、经济和使用功能要求等因素制约。在结构方面高层建筑有下述基本要求：

1. 强度要求

组成高层建筑的各结构构件在荷载作用下，必须使其应力不超过构件材料本身所允许的强度，否则就会出现裂缝甚至破损现象。由于高层建筑结构的特性，随着建筑高度的增加，侧向力（风力或地震力）作用的重要性急剧增长，逐渐成为控制设计的因素。以致高层建筑往往以结构的刚度而不是材料的强度控制着设计，而刚度的大小又主要取决于结构体系的选择。

在高层建筑结构中，宜选用轻质、高强的材料，在满足其强度要求的前提下，使高层建筑具有适当的刚度。

2. 变形要求

高层建筑在水平荷载作用下将会产生较大的侧向位移，如这种位移过大，势将影响结构的强度、稳定性和建筑的使用条件。因此，对于高度建筑的变形位移必须加以限制，使其具有足够的建筑刚度。

规范中规定，在设计水平荷载下，建筑物层间相对位移与层高之比  $\delta/h$  不应超过表 1-1 的限值；建筑物顶点水平位移与建筑物总高度之比  $\Delta/H$  不应超过表 1-2 的限值。

表 1-1  $\delta/h$  的 限 值 表

| 构 结 型 式 | 风荷载作用下 | 地 震 荷 载 作 用 下 |
|---------|--------|---------------|
| 框 架     | 1/400  | 1/250         |
| 框架—剪力墙  | 1/600  | 1/300~1/350   |
| 剪 力 墙   | 1/800  | 1/500         |

表 1-2  $\Delta/H$  的 限 值 表

| 结 构 型 式 | 风荷载作用下 | 地 震 荷 载 作 用 下 |
|---------|--------|---------------|
| 框 架     | 1/500  | 1/300         |
| 框架—剪力墙  | 1/800  | 1/350~1/450   |
| 剪 力 墙   | 1/1000 | 1/600         |

3. 倾覆要求

高层建筑结构的底部固定在地基基础上,顶部为自由端。在水平荷载作用下将产生倾覆弯矩,而高层建筑的自重则起稳定作用,以抵抗倾覆。抵抗倾覆的稳定弯矩可以计算出来,其计算公式如下:

(1) 风荷载引起的倾覆弯矩( $M_1$ )

根据规范可查得当地基本风压,详见第三节中风荷载的计算公式,风荷载的计算简图可示意图 1-9。则风荷载引起的倾覆弯矩为

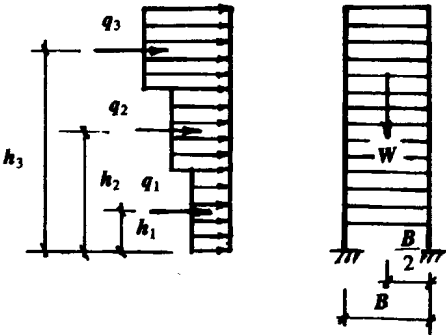


图 1-9 风荷载引起倾覆弯矩的计算简图

$$M_1 = q_1 h_1 + q_2 h_2 + q_3 h_3 = \sum_{i=1}^n q_i h_i \tag{1-1}$$

式中  $q_1, q_2, q_3$ —— 由侧向风压算得的风水平合力;  
 $h_1, h_2, h_3$ —— 风的水平合力作用点至底部固定端之间的高度。

(2) 地震荷载引起的倾覆弯矩( $M_2$ )

由水平地震荷载引起的侧向荷载可按倒三角形分布原则来粗略计算,其合力为  $P$ ,作用点离固端之距离为  $2H/3$ ,见图 1-10,其倾覆弯矩为

$$M_2 = P \cdot \frac{2}{3} H = \frac{2}{3} PH \tag{1-2}$$

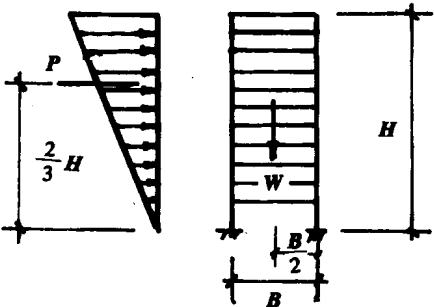


图 1-10 水平地震荷载引起倾覆弯矩的计算简图

(3) 高层建筑总的质量为  $W$ ,建筑平面平行风力或地震力方向的宽度为  $B$ ,见图 1-10,其稳定弯矩( $M_3$ ) 为

$$M_3 = W \cdot \frac{B}{2} = \frac{1}{2}WB \quad (1-3)$$

(4)稳定弯矩与倾覆弯矩之比大于 1.5 时,则认为具有一定的安全储备。即

在非地震区  $M_3/M_1 \geq 1.5$

在地震区  $M_3/M_2 \geq 1.5$

### 第三节 侧向水平力

高层建筑结构应进行水平荷载和竖向荷载作用下的内力分析并进行内力组合。竖向荷载与一般结构相类似,不予详述;侧向水平荷载包括风荷载和地震荷载,是高层建筑要着重考虑的问题。

#### 一、风荷载

风是大范围内的空气运动所形成的。与高层建筑有关的是靠近地面的流动风,简称近地风,它与气象台观测的低空或高空风有一定的关系,但又不尽相同。

处于风流场中的高层建筑物,会受到迎风面的压力;由于建筑物一般是非流线型的,在背风面、屋面和侧面角等部会形成一定漩涡,从而产生吸力,见图 1-11;外伸的水平构件如阳台、挑檐等会受到上浮力。这些压力和吸力,在建筑物表面的分布往往是不均匀的,它随建筑物体型、高度、建设地点的风向、风速和邻近已有建筑物的影响而变化。

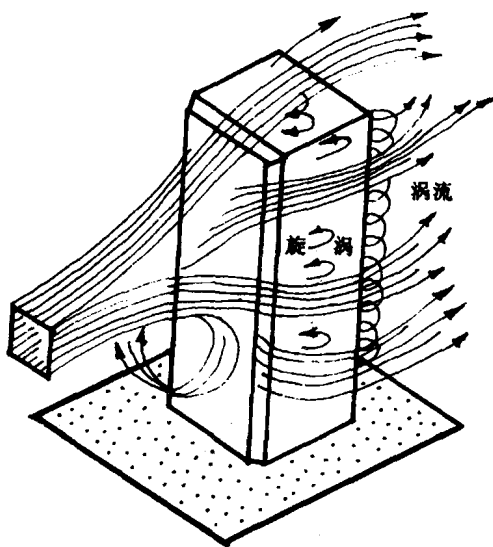


图 1-11 高层建筑物表面风流示意

根据有关荷载规范和钢筋混凝土高层建筑设计施工的有关规定,作用在高层建筑外墙表面的风荷载标准值,可按下式计算:

$$\omega_k = \beta_z \mu_s \mu_z \omega_0 \quad (1-40)$$

式中  $\omega_k$ ——风荷载标准值,  $\text{kN/m}^2$ ;

$\beta_z$ —— $z$  高度处的风振系数;

$\mu_s$ —— 风荷载体型系数;

$\mu_z$ —— 风压高度变化系数;

$\omega_0$ —— 基本风压,  $\text{kN/m}^2$ 。

基本风压  $\omega_0$  系以当地比较空旷平坦地面上离地 10m 高统计所得的 30 年一遇 10min 平均最大风速  $v_0$  (m/s) 为标准, 按  $\omega_0 = \frac{v_0^2}{1600}$  确定的风压值, 但不得小于  $0.25\text{kN/m}^2$ 。如南京的基本风压  $\omega_0$  规定为  $0.35\text{kN/m}^2$ 。

对于一般高层建筑计算时, 基本风压  $\omega_0$  应乘以调整系数 1.1; 对于特别重要的高层建筑, 基本风压  $\omega_0$  乘以调整系数 1.2。

对于高层建筑, 高度  $> 30\text{m}$  及高宽比  $> 1.5$  时,  $\beta_z$  按下式计算:

$$\beta_z = 1 + \frac{H_i}{H} \frac{\xi \gamma}{\mu_s}$$

式中  $H_i$ —— 第  $i$  层距室外地面的高度;

$H$ —— 房屋总高度(m), 由室外地面算起;

$\xi$ —— 脉动增大系数, 按《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》(JGJ3—91) 表 3.2.7 采用;

$\gamma$ —— 脉动影响系数, 按《建筑结构荷载规范》(GBJ9—87) 第 6.4.4 条采用; 当高层建筑的高宽比  $> 2$ , 地面粗糙度类别为 A 类时,  $\gamma = 0.48$ ; B 类时,  $\gamma = 0.53$ ; C 类时,  $\gamma = 0.63$ 。

风荷载体型系数  $\mu_s$ , 见图 1-12。  $K_1$  为迎风面风荷载体型系数,  $K_1 = +0.8$ ;  $K_2$  为背风面风荷载体型系数,  $K_2 = -0.5$ ; 对于建筑平面长宽比  $L/B = 1 \sim 1.5$ , 且高宽比  $H/B > 4$  的塔式高层建筑, 背风面荷载体型系数  $K_2 = -0.6$ , 不同平面建筑的风荷载体型系数值, 详见附录。

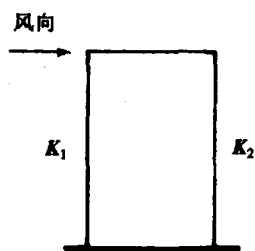


图 1-12 风荷载体型系数

风压高度变化系数  $\mu_z$  按表 1-3 采用。

风振系数  $\beta_z$  取大于 1 的数值。这是考虑高层建筑物在强风作用下会产生较大的振动振幅, 而导致外墙和装饰构件的裂缝、结构变形并使住在建筑物内的人感觉不舒服, 甚至难以忍受。风振系数与建筑物结构高度  $H$  及宽度  $B$  有关, 简便方法可计算如下:

当  $H/B < 2$  时,  $\beta_z = 1.0$ ;

$2 \leq H/B < 4$  时,  $\beta_z = 1.1$ ;

$4 \leq H/B < 6$  时,  $\beta_z = 1.2$ ;  
 $H/B \geq 6$  时,  $\beta_z = 1.3$ 。

表 1-3 风压高度变化系数  $\mu_z$  表

| 离地面或海平面<br>高 度 (m) | 地 面 粗 糙 度 类 别 |      |      |
|--------------------|---------------|------|------|
|                    | A             | B    | C    |
| 5                  | 1.17          | 0.80 | 0.54 |
| 10                 | 1.38          | 1.00 | 0.71 |
| 15                 | 1.52          | 1.14 | 0.84 |
| 20                 | 1.63          | 1.25 | 0.94 |
| 30                 | 1.80          | 1.42 | 1.11 |
| 40                 | 1.92          | 1.56 | 1.24 |
| 50                 | 2.03          | 1.67 | 1.36 |
| 60                 | 2.12          | 1.77 | 1.46 |
| 70                 | 2.20          | 1.86 | 1.55 |
| 80                 | 2.27          | 1.95 | 1.64 |
| 90                 | 2.34          | 2.02 | 1.72 |
| 100                | 2.40          | 2.09 | 1.79 |
| 150                | 2.64          | 2.38 | 2.11 |
| 200                | 2.83          | 2.61 | 2.36 |
| 250                | 2.99          | 2.80 | 2.58 |
| 300                | 3.12          | 2.97 | 2.78 |
| 350                | 3.12          | 3.12 | 2.96 |
| $\geq 400$         | 3.12          | 3.12 | 3.12 |

注:按建筑所在地面粗糙程度分为三类,A类指海岸、湖岸、海岛地区;B类指中小城镇和大城市郊区;C类指有密集建筑群的大城市市区。

在非地震区,高层建筑必须考虑侧向风荷载的作用,它使建筑物在竖向受到弯曲,在建筑顶部产生最大位移值。当采用较柔的高层建筑时,在抗风设计中必须控制位移变形。高层建筑底部固定在地基基础上,在风荷载作用下,整幢建筑物发生弯曲,此时弯矩的大小是与建筑高度的平方成正比例。这样,在设计时必须使其高度与宽度成一定的比例,否