

建筑结构设计技术措施

中国大连建筑技术发展中心 杨春秀 编著

中国建筑工业出版社

大连市建筑设计院副总工黄澄波高级工程师审阅了全书，编者向他表示衷心的感谢。

编者所在单位中国大连建筑技术发展中心石毅高级工程师和大连市城乡建设培训中心于文华主任，对本书出版所给予的大力支持，编者向他们表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之外在所难免，恳请读者指正。

002907

(京)新登字 035 号

建筑结构设计技术措施

中国大连建筑技术发展中心 杨春秀 编著

*

中国建筑工程出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京顺义燕华印刷厂印刷

*

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 9³/₈ 字数: 252 千字

1993年7月第一版 1993年7月第一次印刷

印数: 1—12,800册 定价: 6.60元

ISBN 7—112—01982—6/TU·1520

(7005)

书中较全面地介绍对各类工业与民用建筑结构设计所采取的技术措施。本书将须执行或参照的数十种国家标准（规范、规程、规定）和有关资料融为一体，结合不同类型的建筑结构特点，具体而明确地规定出设计原则、结构造型、计算原则或方法、抗震验算和构造措施等。本书是一本涉及建筑结构设计知识面比较广的书，对于保证建筑结构设计深度和设计质量，提高设计工作效率，具有较强的实用性。

本书可供广大建筑工程技术人员特别是广大建筑结构设计人员参考，也可作为大专院校有关专业师生教学参考书。

编 者 的 话

这本建筑设计技术措施,是根据国家颁布的《建筑结构荷载规范》(GBJ9—87)、《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)、《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)、《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)、《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)等现行新规范、规程和有关文献,结合结构设计的特点和要求编写而成。

建筑设计人员,在进行各类工业与民用结构设计中,所执行和参照的各种规范、规程和有关规定的文献达数十种,但较系统而又较全面地可供结构设计具有确定性的技术措施的书却不多,本书是为弥补这方面的不足而为设计人员或设计单位提供方便的一次尝试。

本书共分十五章,第一、第二章是总则和荷载;第三、第四章介绍无抗震要求的和有抗震要求的砌体结构,内容包括适用范围、结构选型、计算原则、构造措施等;第五至第八章分别为高层(或多层)钢筋混凝土结构设计原则、框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构,内容包括设计原则、适用范围、内力和位移计算、构造和抗震验算等;第九章单层工业厂房,内容包括结构选型、屋盖、支撑、设计原则、构造和预埋件等;第十章多层工业厂房,内容包括方案选择、楼板等效荷载、楼层振动、精密车间、构造等;第十一章工业厂房的抗震设计;第十二章有振动设备的单层工业厂房;第十三章有高温的工业厂房;第十四章有侵蚀性介质的工业厂房;第十五章地基基础。

一直同编者共事的骆庆仙高级工程师校订了全书,周恕硕士在编写过程中自始至终帮助打字、录制软件和指正错误,以及不少同行给予帮助,编者向他们表示由衷的感谢。

目 录

| | |
|----------------------------|--------|
| 第一章 总则 | (1) |
| 第二章 荷载 | (6) |
| 一、楼面和屋面活荷载 | (6) |
| 二、风荷载 | (8) |
| 三、地震荷载 | (11) |
| 四、荷载效应组合和承载力抗震调整系数 | (23) |
| 第三章 无抗震设防要求的砌体结构 | (26) |
| 一、适用范围和材料要求 | (26) |
| 二、结构选型及布置 | (28) |
| 三、结构计算 | (29) |
| 四、屋面 | (33) |
| 五、楼面 | (35) |
| 六、墙体 | (37) |
| 七、圈梁、过梁、墙梁和挑梁 | (40) |
| 第四章 有抗震设防要求的砌体结构 | (47) |
| 一、适用范围 | (47) |
| 二、结构选型及平面布置 | (47) |
| 三、计算原则 | (53) |
| 四、构造措施 | (57) |
| 五、底层框架和多层内框架砖房 | (67) |
| 六、单层空旷房屋 | (71) |
| 第五章 高层 (或多层) 钢筋混凝土结构设计原则 | (74) |
| 一、抗风设计原则 | (74) |
| 二、抗震设计原则 | (74) |
| 三、结构体系的选择 | (75) |
| 四、楼盖体系的选择 | (77) |
| 五、建筑结构的平面和竖向布置 | (78) |

| | |
|-----------------------|---------|
| 六、结构抗震等级 | (57) |
| 第六章 框架结构 | (38) |
| 一、适用范围 | (88) |
| 二、一般要求 | (63) |
| 三、框架柱构造和抗震验算 | (92) |
| 四、框架梁构造和抗震验算 | (103) |
| 五、框架节点构造和抗震验算 | (112) |
| 六、内力和位移计算 | (115) |
| 第七章 剪力墙结构 | (117) |
| 一、适用范围 | (117) |
| 二、一般要求 | (117) |
| 三、内力和位移计算 | (132) |
| 四、承载能力计算和抗震验算 | (135) |
| 五、底层大空间剪力墙结构——框支剪力墙结构 | (140) |
| 第八章 框架—剪力墙结构 | (149) |
| 一、适用范围 | (149) |
| 二、一般要求 | (149) |
| 第九章 单层工业厂房 | (158) |
| 一、适用范围 | (158) |
| 二、结构选型 | (158) |
| 三、屋盖结构 | (160) |
| 四、屋盖支撑和柱间支撑 | (162) |
| 五、钢筋混凝土柱和砖柱 | (168) |
| 六、排架计算原则 | (172) |
| 七、构造、预埋件、山墙柱及其他 | (189) |
| 第十章 多层工业厂房 | (199) |
| 一、适用范围 | (199) |
| 二、结构方案选择 | (199) |
| 三、楼面等效荷载 | (200) |
| 四、楼层振动 | (205) |
| 五、精密车间 | (206) |
| 六、构造要求 | (207) |

| | |
|---------------------|-------|
| 第十一章 工业厂房的抗震设计 | (210) |
| 一、适用范围 | (210) |
| 二、结构选型及布置要求 | (210) |
| 三、计算原则 | (214) |
| 四、单层厂房柱及柱间支撑 | (217) |
| 五、单层工业厂房屋盖系统的抗震构造措施 | (224) |
| 六、围护结构和圈梁 | (231) |
| 第十二章 有振动设备的单层工业厂房 | (234) |
| 一、总则 | (234) |
| 二、设有锻锤的厂房 | (235) |
| 三、设有空气压缩机的厂房 | (238) |
| 四、落锤和水爆影响 | (239) |
| 第十三章 有高温的工业厂房 | (240) |
| 第十四章 有侵蚀性介质的工业厂房 | (244) |
| 一、结构方案的选择 | (244) |
| 二、地基与基础 | (245) |
| 三、钢筋混凝土结构 | (247) |
| 四、砌体结构 | (249) |
| 五、钢结构 | (250) |
| 六、木结构 | (250) |
| 第十五章 地基和基础 | (251) |
| 一、场地和地基 | (251) |
| 二、基础选型与埋深 | (257) |
| 三、设计计算和抗震验算 | (261) |
| 四、条形、箱形、筏板、壳体和桩基础构造 | (267) |
| 五、防空地下室 | (287) |
| 参考文献 | (289) |

第一章 总 则

1-0-1 为使建筑工程设计人员在结构设计中尽可能做到技术先进,经济合理,安全可靠,确保质量,根据国家现行规范和规定,参考大量有关资料,特编写《建筑结构设计技术措施》一本。

1-0-2 结构设计应与建筑设计和工程施工密切配合,根据建筑功能要求、工程特点、地质情况、材料供应、施工技术条件等情况进行调查,做到心中有数,力求设计符合实际。

1-0-3 结构设计应积极采用新结构、新技术、新材料和新工艺,在确保质量的前提下,设计方案应有利于加快建设速度。

1-0-4 结构设计应遵守和执行国家有关基建程序的规定。

1-0-5 重视结构的选型和构造。应择优选用承载能力高、抗震抗风性能好的结构体系和平、立面布置方案,在构造上要加强连接,保证结构的整体性和足够的强度、刚度;有抗震设防要求的建筑物,要加强概念设计,尚应保证结构的延性。在结构关键部位、施工操作有一定困难的部位或将来使用上可能有变化的部位,应适当留有余地,以策安全。

1-0-6 本技术措施适用于抗震设防为6~9度地区的一般建筑抗震设计。抗震设防为10度地区和行业特殊的建筑抗震设计,应按有关专门规定执行。

1-0-7 抗震设防烈度应按国家规定权限审批或颁发的文件(图件)确定,一般情况下可采用基本烈度;对做过地震防灾规划的地区,可按批准的地震动参数考虑抗震设防。

1-0-8 对于特别重要的建筑物,如必须提高抗震设防烈度,或不采用基本烈度时,按文件(图件)确定的抗震烈度应在设计

文件中注明。

1-0-9 建筑应根据其重要性分为下列四类：

甲类建筑——特别重要的建筑，如遇地震破坏会导致严重后果的建筑物；

乙类建筑——重要的建筑，如城市生命线工程的建筑和地震时救灾需要的建筑等；

丙类建筑——甲、乙、丁类建筑以外的一般建筑；

丁类建筑——次要的建筑，如遇地震破坏不易造成人员伤亡和较大的经济损失的建筑等。

甲类建筑应按国家规定的批准权限报请批准执行，乙类建筑应按城市抗震防灾规划或有关部门批准执行。

1-0-10 各类建筑的抗震设计应按下列规定执行：

1. 地震作用计算：

甲类建筑：应按专门研究的地震动参数考虑；

其他各类建筑：应按本地区的设防烈度考虑，但设防烈度为6度时，除具体规定外，可不进行地震作用计算。

2. 抗震措施：

甲类建筑：应特殊考虑；

乙类建筑：除具体规定外，可按本地区的设防烈度提高一度考虑，但设防烈度为9度时可适当提高；

丙类建筑：应按本地区设防烈度考虑；

丁类建筑：可按本地区设防烈度只一次降低一度考虑，但设防烈度为6度时不降低。

1-0-11 在地震区，对高度超过50m的高层建筑，应适当提高抗震性能和加强构造，在计算上更要留有余地；对特别重要的建筑物，宜进行弹塑性动力分析。

1-0-12 本书的钢筋混凝土建筑，其房屋高度控制在下列限值内：

1. 无抗震设防要求、设防烈度6 不超过 180m

- | | |
|-----------|----------|
| 2. 设防烈度 7 | 不超过 150m |
| 3. 设防烈度 8 | 不超过 120m |
| 4. 设防烈度 9 | 不超过 70m |

注：房屋高度不包括突出屋面的电梯间、楼梯间、水箱间等局部附属建筑。

1-0-13 在地震区钢筋混凝土结构的设计中，除应符合非地震区现行规范规定及本书无设防时各有关章节要求外，尚应按下列规定进行抗震设计。

1. 先按《建筑抗震设计规范》(GBJ 11—89)规定对结构作整体抗震设计和规划：

- (1) 结构选型平、立面布置；
- (2) 抗震缝设置；
- (3) 受力和内力组合。

2. 再按《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)规定对结构构件进行抗震设计：

- (1) 确定结构构件抗震等级；
- (2) 材料选择；
- (3) 构件抗震强度验算：

①强柱弱梁条件；

②梁、柱、剪力墙等构件的抗剪强度；

③节点核心区的抗剪强度；

④梁、剪力墙的正截面抗弯强度和柱的轴压比。

(4) 按抗震等级要求，对各种构件如梁、柱、节点和剪力墙等配置相应的构造钢筋。

单层厂房排架柱构件的抗震设计与多层结构大致相同，但没有强柱弱梁条件的验算；在进行抗剪强度验算时，直接用结构分析求得的剪力作为设计剪力，而不按强剪弱弯条件确定设计剪力。

1-0-14 在选用标准图、通用图、试用图或成图时，应按本工程具体情况，对结构的设计（计算）和构造进行必要的复核和修改补充，以符合现行规范和有关规定，保证结构可靠度和设计质量。

1-0-15 本书有关预埋件列入第九章单层工业厂房内。对于抗震设防的预埋件，可按一般规定计算确定，但确定后的锚筋截面面积应比计算的增大25%，并应调整锚板的厚度；同时，应在靠近锚板的锚筋根部，增设一根直径不小于10mm的封焊箍筋；锚筋锚固长度应按第九章取用，当不能满足规定的锚固长度时，应采取端头加焊锚板或加焊附加筋等措施。如有可靠计算方法验算预埋件锚筋、锚板的抗震强度时，可不采用上述方法；例如对于单层厂房柱间支撑节点的预埋件，可按抗震规范附录六进行截面抗震验算。

1-0-16 结构设计应遵照我国现行的规范和规定，主要有：

1. 《建筑结构荷载规范》（GBJ 9—87）
2. 《混凝土结构设计规范》（GBJ 10—89）
3. 《砌体结构设计规范》（GBJ 3—88）
4. 《木结构设计规范》（GBJ 5—88）
5. 《钢结构设计规范》（GBJ 17—88）
6. 《建筑地基基础设计规范》（GBJ 7—89）
7. 《建筑抗震设计规范》（GBJ 11—89）
8. 《人民防空地下室设计规范》（GBJ 38—79）
9. 《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》（JGJ3—91）
10. 《建筑抗震鉴定标准》（TJ 23—77）
11. 《建筑灌注桩基础设计与施工规程》（JGJ 4—80）
12. 《高层建筑箱型基础设计与施工规程》（JGJ 6—80）
13. 《全国地震烈度区划图》
14. 《人民防空工程设计防火规范》（GBJ 98—87）
15. 《高层民用建筑设计防火规范》（GBJ 45—82）
16. 《动力机器基础设计规范》（GBJ 40—79）
17. 《钢筋混凝土筒仓设计规范》（GBJ 77—85）
18. 《建筑结构制图标准》（GBJ 105—87）
19. 《建筑结构设计统一标准》（GBJ 88—84）

20. 《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》(GBJ 83—85)
21. 《烟囱设计规范》(GBJ 51—83)

第二章 荷 载

一、楼面和屋面活荷载

2-1-1 楼面和屋面活荷载除按《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87)采用外,部分使用荷载在现行荷载规范中未给出,根据设计经验可按下列数值采用:

1. 酒吧间、舞厅、展销厅: 4.0kN/m^2
2. 天台花园: 按实际取用,但不小于 4.0kN/m^2
3. 停放小卧车的多层停车场: 5.0kN/m^2
4. 多层停车场的车道: 5.5kN/m^2
5. 宾馆、饭店的厨房:
 - ①大型的,不小于 8.0kN/m^2
 - ②中小型的,不小于 5.0kN/m^2
 - ③有较重炉灶、设备及储料时,按实际取用
6. 储藏室: 按实际取用,一般不小于 8.0kN/m^2
7. 健身房、娱乐室: 4.5kN/m^2

上述活荷载折减系数,按现行规范取用。

2-1-2 国外工程及国内重大工程宜按具体情况适当加大活荷载,并在施工图中注明。

2-1-3 钢筋混凝土挑檐和雨篷的均布活荷载除按《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87)中表3.3.1采用 0.7kN/m^2 外,当有积水可能时,应按实际情况取用;还应按施工或检修集中荷载出现在最不利位置(如挑檐、雨篷外缘)进行验算:

1. 施工或检修集中荷载:

| | |
|----|----------------------|
| 挑檐 | 0.8kN/m ² |
| 雨篷 | 1.0kN/m ² |

2. 验算强度时，按沿板宽每隔 1 m 考虑一个集中荷载；
3. 验算倾覆时，按沿板宽每隔 2.5~3.0m 考虑一个集中荷载；
4. 传递反力时，不考虑施工或检修集中荷载。

2-1-4 计算叠合梁第一阶段的内力时，施工荷载一般按 1.0 kN/m² 采用，悬挑梁按 1.5kN/m² 采用。

2-1-5 悬挑板倾覆力臂的支点取距墙外皮 2cm，屋面板或楼板平衡倾覆的着力点距墙里皮取支座接触面长度的 1/3。

2-1-6 设计屋里板、檩条、预制小梁、钢筋混凝土平顶小梁或平顶板等，除考虑《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87) 中表 3.3.1 采用 0.7kN/m² 或平顶传来的荷载外，尚应考虑作用于跨中的 0.8kN/m² 的施工或检修集中荷载。

2-1-7 对于轻型构件或较宽构件，当施工荷载有可能超过《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87) 中第 3.5.1 条规定值时，应按实际情况验算；或采用加设扩散集中力的垫板，或采用临时支撑等施工措施，并应在施工图中注明。

2-1-8 现行荷载规范没有规定的或取值不同的设计活荷载（包括工业建筑楼、屋面设计活荷载）、设备、积灰等活荷载，应按实际情况取用，但须经过充分调研后确定。并应在施工图中注明。

2-1-9 在多层或高层建筑物的屋顶部，设置直升机停机坪时，其设计荷载按下式计算：

$$P=GK \quad (2.1)$$

式中 P ——直升机设计荷载，一般分布在 2m×2m 的轮子作用范围内；

K ——动力系数，一般可取 2.5~3.0；

G ——直升机重量 (kN)，小型机一般约为 15kN~20kN。

2-1-10 在计算高层建筑结构竖向荷载产生的内力时，可以

不考虑竖向活荷载的不利布置,按满载一次计算。因活荷载只占竖向全部荷载的10%~20%,不利分布对内力影响较小,以减少计算工作量。

按满布活荷载进行内力计算以后,为了考虑活荷载不利分布可能使梁弯矩稍大于满载分布计算值,可把框架梁跨中弯矩(如有必要时,亦可把支座负弯矩)乘以放大系数1.1~1.2。活荷载较小时取偏小值,活荷载较大时取偏大值。

二、风 荷 载

2-2-1 对于一般建筑物或高耸结构,其风荷载标准值及其基本风压、风压调整系数、风压高度变化系数、风载体型系数以及风振系数等,均应按《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87)中规定取用。

2-2-2 对于高层建筑,其风载体型系数和风振系数等,除了按现行荷载规范取用外,尚应满足下列规定要求:

1. 作用在高层建筑上的风荷载按下式计算:

$$w_k = \beta_z \mu_z (\mu_{s1} - \mu_{s2}) w_0 \quad (2.2)$$

式中 w_0 ——基本风压(kN/m²),按荷载规范取用并乘以系数

1.1;对于特别重要和有特殊要求的乘以系数1.2;

μ_{s1} 、 μ_{s2} ——迎风面及背风面风荷载体型系数,按荷载规范中规定的平面图形及本条第2项取用;

μ_z ——高度变化系数,按荷载规范取用;

β_z ——风振系数,可按荷载规范第6.4.2条式(6.4.2)计算;也可按本条第9项表2.1取用;

w_k ——风荷载标准值(kN/m²)。

2. 风荷载体型系数,除了按《建筑结构荷载规范》中规定的平面图形取用外,尚补充下列平面图形以备取用:

3. 平面为正方形、矩形、V形、Y形的建筑物,迎风面体型系数可取+0.8,背风面体型系数可取-0.5,当建筑物为塔形时(高宽

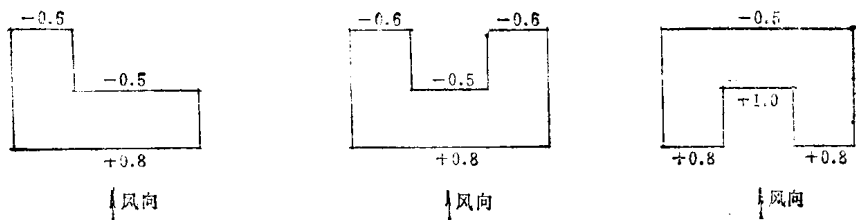


图 2.1 L形及槽形平面建筑的体型系数

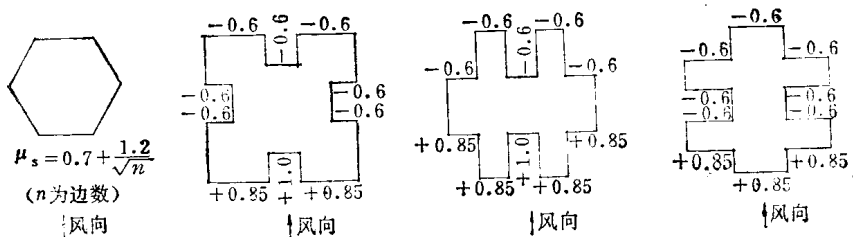


图 2.2 正多边形、井字形及双十字形平面建筑的体型系数

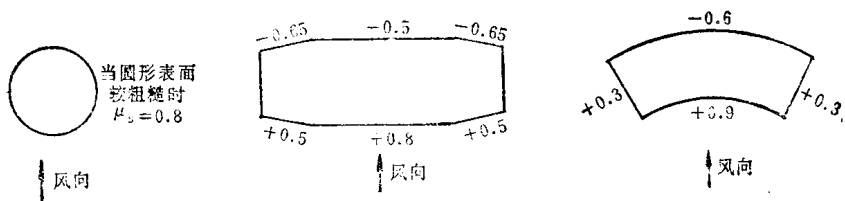


图 2.3 圆形、梯形及弧形平面建筑的体型系数

比 $H/B \geq 4$,长宽比 $L/B = 1.0 \sim 1.5$),背风面体型系数可取 -0.6 。

4. 多边形平面(三角形、截角三角形、六边形、八边形等), $\mu_{s1} = +0.8$, $\mu_{s2} = -0.5$ 。实际上多边形的体型系数小于矩形的体型系数,所以,也可以将多边形的风荷载相当降低 $10 \sim 15\%$,例如式(2.1)按 $\mu_{s1} - \mu_{s2} = 0.7 + 1.2/n$ 计算,式中 n 为多边形的边数。

5. 圆形平面建筑物的总体型系数按 0.8 取用;当外表有凸出的肋时,可取 0.9 。

6. L形平面、槽形平面建筑的体型系数按本措施图 2.1 取