

0022184  
内 部 资 料  
注 意 保 存

结 构 专 业

# 统 一 技 术 措 施

( 补 充 规 定 之 五 )

防 空 地 下 室 部 分

北 京 市 建 筑 设 计 院

1988年2月

为了提高防空地下室结构设计质量，解决设计中缺乏防空地下室规范及资料的困难。现参照《人民防空地下室设计规范》等有关资料及我院工程设计实践，编写了结构专业统一技术措施（防空地下室部分），经88年2月6日院结构专业会讨论，并经院领导批准，印发各所，供设计中应用。

限于水平，材料中尚会存在不当之处，及其它问题，请各所在执行中结合工程实际，提出意见交我处，以便积累资料，作为今后修订时参考。

技术处

一九八八年二月

# 目 录

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 第一章 总则                     | (1)  |
| 第二章 荷载                     | (2)  |
| 第一节 基本参数                   | (2)  |
| 第二节 作用在结构上的荷载              | (4)  |
| 第三章 防早期核辐射                 | (9)  |
| 第四章 结构在核爆动荷载作用下截面设计的计算规定   | (10) |
| 第一节 结构构件在核爆动荷载作用下的强度设计安全系数 | (10) |
| 第二节 材料的动力设计强度和弹性模量         | (10) |
| 第三节 在核爆动荷载作用下地基土承载能力的提高系数  | (12) |
| 第四节 结构构件的最小厚度和材料的最低标号      | (12) |
| 第五章 结构的内力分析和截面设计           | (14) |
| 第一节 内力分析                   | (14) |
| 第二节 截面计算基本规定               | (15) |
| 第六章 钢筋砼结构构造                | (17) |
| 第一节 板                      | (17) |
| 第二节 梁                      | (17) |
| 第三节 柱                      | (18) |
| 第四节 墙                      | (18) |
| 第七章 砖砌体结构构造                | (21) |
| 附 录                        |      |
| 附录一 等效静荷载示意图               | (23) |
| 附录二 防护构件选用表                | (28) |
| 一 防护密闭门选用表                 | (28) |
| 二 密闭门选用表                   | (28) |
| 三 通风采光窗井构件选用表              | (29) |
| 四 防爆活门选用表                  | (29) |
| 附录三 计算例题                   | (30) |
| 计算例题一 计算五级防空地下室顶板等效静荷载值    | (30) |
| 计算例题二 计算钢筋砼框架结构等效静荷载值      | (31) |
| 计算例题三 计算FM1018—3门框墙配筋      | (35) |

# 第一章 总 则

1—1 防空地下室结构设计，必须满足工业与民用建筑结构的设计要求，符合院结构专业统一技术措施的规定要求。

1—2 防空地下室结构设计，应遵照我国现行的人防规范和规定，主要有：

1. 人民防空地下室设计规范（GBJ 38—79）
2. 五级人民防空地下室平战结合技术措施（85）城防字97号
3. 人民防空工程设计防火规范（GBJ 98—87）
4. 人民防空工程设计规范（全国人民防空领导小组批准，1980年3月1日试行）。

1—3 防倒塌地下室虽有一定防护能力，但不能代替防空地下室。已有防空地下室的建筑，因已满足了国家的有关规定，其人防上部的设备层顶板原则上不再考虑倒塌荷载。如因特殊需要作防倒塌层时，应报市建委批准。

1—4 设计前，必须对防空地下室的防护等级，战时与平时的使用要求及上部地面建筑的结构类型施工技术条件、工程地质、地下水等情况进行充分调研，力求使设计符合实际。

1—5 在确定上部建筑柱网或房间开间时，尤其遇有等级高的防空地下室时，应结合使用要求，上下结合，统一考虑。

1—6 防空地下室结构设计，应根据防护要求和受力情况，做到各个部位的抗力相一致，保证在核爆动荷载作用下，结构的各个部位能够充分发挥其防护能力，有较好的整体性和延性。

1—7 防空地下室的结构应先按上部建筑荷载计算选定结构截面及配筋，再按核爆动荷载进行核算，取其不利情况确定断面及配筋。

1—8 防空地下室在核爆动荷载作用下，其动力分析一般采用等效静载法。对某些特种结构（如大跨拱形结构等），宜按多自由度体系，采用结构动力学方法，直接求出结构内力。

1—9 在核爆动荷载作用下，一般只验算结构强度，可不进行结构变形，裂缝开展，可不验算基础沉降和防空地下室的倾覆；当为整体基础时，可不验算地基的承载力。

1—10 凡与防空地下室无关的管道，不宜穿过其围护结构。如因条件限制，允许管径小于70mm的上水，采暖管道穿过，但应采取相应的密闭措施。

1—11 本措施适用于附建的四、五级防空地下室结构设计。对于单建式防空地下室设计可供参考。

## 第二章 荷 载

### 第一节 基本参数

2—1 核爆炸地面空气冲击波形，在结构设计中，可简化为无升压时间的三角形（图2—1）。

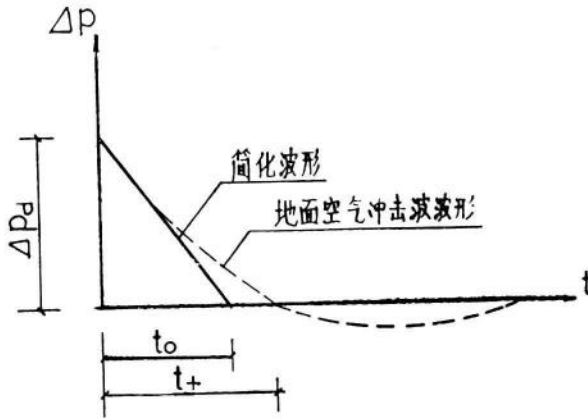


图2—1 核爆炸地面空气冲击波简化波形图

注： $\Delta P_d$ ——地面空气冲击波最大超压(Kg/cm<sup>2</sup>)；  
 $t_0$ ——结构计算中，地面空气冲击波有效正压作用时间，  
 $t_+$ ——地面空气冲击波正压作用时间。

2—2 核爆炸土中压缩波波形，在结构计算中，可简化为有升压时间的平台形(图2—2)

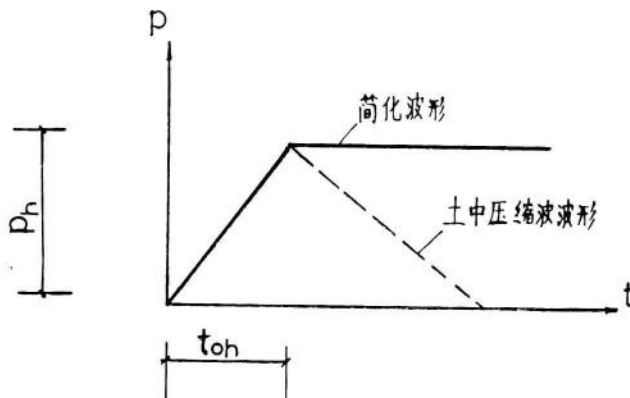


图2—2 土中压缩波简化波形图

$P_h$ ——土中h(m)深处压缩波最大压力；  
 $t_0h$ ——土中h(m)深处土中压缩波升压时间

2—3 距地面 h (m)深处压缩波最大压力 $p_h$ ，可按下列式计算：

$$P_h = e^{-\alpha h} \Delta P_d \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$= Kc \cdot \Delta Pd$$

式中:  $Kc = e^{-\alpha h}$ ;

$Kc$ ——土中压缩波最大压力在深度  $h$  (m) 处的衰减系数,  $Kc$  可按不同土的类别查表 2-1 采用;

土中压缩波最大压力随深度  $h$  (m) 的衰减系数  $k_c$

表 2-1

| 土的类别<br>埋深<br>$h$ (m) | ① ④    |      | ② ⑤  |      | ③ ⑥  |      | 土的类别<br>埋深<br>$h$ (m) | ① ④  |      | ② ⑤  |      | ③ ⑥  |      |
|-----------------------|--------|------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                       | 0~0.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |                       | 1.00 | 2.80 | 0.82 | 0.87 | 0.92 | 0.92 |
| 0.60                  | 0.96   | 0.97 | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 2.90                  | 0.82 | 0.87 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| 0.70                  | 0.95   | 0.97 | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 3.00                  | 0.81 | 0.86 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| 0.80                  | 0.95   | 0.96 | 0.96 | 0.98 | 0.98 | 0.98 | 3.10                  | 0.80 | 0.86 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| 0.90                  | 0.94   | 0.95 | 0.95 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 3.20                  | 0.80 | 0.85 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| 1.00                  | 0.93   | 0.95 | 0.95 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 3.30                  | 0.79 | 0.85 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 |
| 1.10                  | 0.93   | 0.95 | 0.95 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 3.40                  | 0.79 | 0.84 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 1.20                  | 0.92   | 0.94 | 0.94 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 3.50                  | 0.78 | 0.84 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 1.30                  | 0.91   | 0.94 | 0.94 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 3.60                  | 0.78 | 0.84 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 1.40                  | 0.91   | 0.93 | 0.93 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 3.70                  | 0.77 | 0.83 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 |
| 1.50                  | 0.90   | 0.93 | 0.93 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 3.80                  | 0.77 | 0.83 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 |
| 1.60                  | 0.89   | 0.92 | 0.92 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 3.90                  | 0.76 | 0.82 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 |
| 1.70                  | 0.89   | 0.92 | 0.92 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 4.00                  | 0.76 | 0.82 | 0.89 | 0.89 | 0.89 | 0.89 |
| 1.80                  | 0.88   | 0.91 | 0.91 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 4.10                  | 0.75 | 0.81 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 1.90                  | 0.88   | 0.91 | 0.91 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 4.20                  | 0.75 | 0.81 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 2.00                  | 0.87   | 0.90 | 0.90 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 4.30                  | 0.74 | 0.81 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 2.10                  | 0.86   | 0.90 | 0.90 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 4.40                  | 0.73 | 0.80 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 2.20                  | 0.86   | 0.90 | 0.90 | 0.94 | 0.94 | 0.94 | 4.50                  | 0.73 | 0.80 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| 2.30                  | 0.85   | 0.89 | 0.89 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 4.60                  | 0.72 | 0.79 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| 2.40                  | 0.85   | 0.89 | 0.89 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 4.70                  | 0.72 | 0.79 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| 2.50                  | 0.84   | 0.88 | 0.88 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 4.80                  | 0.71 | 0.79 | 0.87 | 0.87 | 0.87 | 0.87 |
| 2.60                  | 0.83   | 0.88 | 0.88 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 4.90                  | 0.71 | 0.78 | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.86 |
| 2.70                  | 0.83   | 0.87 | 0.87 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 5.00                  | 0.70 | 0.78 | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.86 |

注: 1. 土的类别: ①为松散干砂; ②天然湿度的中砂; ③为天然湿度的密实砂; ④为硬塑粘性土; ⑤为可塑性土; ⑥为软塑粘性土。

2. 对于处在饱和土中的人防工程, 可不考虑最大压力值随深度的衰减。

2-4 距地面  $h$  (m) 深处, 土中压缩波升压时间  $t_{0h}$ , 按下列公式计算:

$$t_{0h} = \frac{2h}{C_0} \quad (\text{sec})$$

式中:  $h$ ——距地面深度(m);

$C_0$ ——土的弹性波速度 (m/sec)。 $C_0$ 可按表2—2采用。

土的弹性波速度 $C_0$ (m/sec)

表2—2

| 土的类别                |     | $C_0$     |
|---------------------|-----|-----------|
| 无胶结砾质砂土             |     | 200~400   |
| 胶结砾质砂土              |     | 600~1000  |
| 松散干砂                |     | 100~200   |
| 天然湿度的中砂             |     | 150~300   |
| 天然湿度的细砂             |     | 250~350   |
| 粘性土                 | 硬 塑 | 300~400   |
|                     | 可 塑 | 150~300   |
|                     | 软 塑 | 300~500   |
| 地下水位以下的各类土和流塑状态的粘性土 |     | 1500~1600 |

2—5 地面空气冲击波最大超压值及有效正压作用时间:

五级防空地下室:  $\Delta Pd = 1 \text{ kg/cm}^2$ ;  $t_0 = 1 \text{ sec}$ ;

四级防空地下室:  $\Delta Pd = 3 \text{ kg/cm}^2$ ;  $t_0 = 0.6 \text{ sec}$ 。

2—6 对于四级防空地下室不考虑上部地面建筑对地面空气冲击波超压作用的影响。五级防空地下室当其上部为多层或单层砖墙结构,且任何一面外墙窗孔面积不大于该墙面积的50%,且屋盖为钢筋砼结构的建筑,作用在防空地下室顶盖上的空气冲击波超压最大值可取 $0.95\Delta Pd$ 。

2—7 对于考虑地面建筑影响的五级防空地下室,其空气冲击波波形可采用(图2—2)有升压时间的平台形,升压时间可取 $t_{0h} = 0.025 \text{ sec}$ 。

## 第二节 作用在结构上的荷载

2—8 作用在防空地下室结构上的荷载,根据防护要求并按其实际受力情况,有核爆动荷载,上部建筑物作用的静荷载、土压力、水压力及防空地下室自重等。

2—9 作用在防空地下室结构上的核爆动荷载,按同时均匀作用在结构各个部位。工程设计中为了便于计算,可把核爆动荷载变换为一种等效静荷载。

2-10 作用在防空地下室顶板上的等效静荷载:

对于采用钢筋砼梁板式结构,且按弹塑性工作阶段进行设计时,其顶板等效静荷载值按表2—3采用。

2-11 作用在防空地下室外墙上的等效静荷载:

对于采用砖外墙,钢筋砼外墙的等效静荷载值按表2—4采用。

顶板等效静荷载值( $t/m^2$ )

表2—3

| 防护等级               | 五 级 | 四 级 |
|--------------------|-----|-----|
| 顶板覆土厚度(m)          |     |     |
| $h \leq 0.5$       | 10  | 33  |
| $0.5 < h \leq 1.0$ | 12  | 38  |

注：表内数值系按允许延性比(B)=3.0计算确定。

外墙等效静荷载值( $t/m^2$ )

表2—4

| 防护等级      |     | 五 级  | 四 级     |
|-----------|-----|------|---------|
| 土壤类别      |     | 砖 墙  | 钢 筋 砼 墙 |
| 碎石土       |     | 2~3  | 2       |
| 砂 土       |     | 3~4  | 3       |
| 粘性土       | 硬 塑 | 2~5  | 2~4     |
|           | 可 塑 | 4~8  | 4~7     |
|           | 软 塑 | 9    | 7       |
| 地下水位以下的土壤 |     | 9~12 | 7~10    |
|           |     |      | 21~30   |

注：1. 表内数字系按防空地下室净高 $\leq 2.3m$ ，开间 $\leq 3.6m$ 计算确定的。

2. 砖墙按弹性工作阶段计算确定，钢筋砼墙系按弹性工作阶段计算确定， $(\beta)$ 值取3.0。

3. 当为碎石、砂土时，密实颗粒粗的取小值，反之取大值；当为粘性土时，液性指数低的宜取小值；反之取大值；当为地下水位以下的土壤时，砂土宜取小值，粘性土取大值。

### 2-12 作用在防空地下室底板（即基础板）上的等效静荷载：

对于采用钢筋砼满堂基础底板上的等效静荷载值按表2—5采用。

钢筋砼底板上的等效静荷载值( $t/m^2$ )

表2—5

| 顶板<br>覆土厚度<br>$h(m)$ | 防护等级 | 五 级    |        | 四 级    |        |
|----------------------|------|--------|--------|--------|--------|
|                      |      | 地下水位以上 | 地下水位以下 | 地下水位以上 | 地下水位以下 |
| $h \leq 0.5$         |      | 5~6    | 8~10   | 15~23  | 24~30  |
| $0.5 < h \leq 1.0$   |      | 6~9    | 10~12  | 18~27  | 29~36  |

注：1. 位于地下水位以上的底板，土壤含水量低的最小值；反之取大值。位于地下水位以下的底板，粘性土取小值；砂土取大值。

2. 底板位于地下水位以上，一般指底板底面标高位于设防水位线以上30cm，但小于30cm，宜按位于地下水位以下虑。

3. 五级防空地下室，采用条形基础时，可不考虑爆炸荷载作用。



2-13 作用在相邻的两个防护单元隔墙上的等效静荷载按表 2-6 采用。

相邻两防护单元隔墙上的等效静荷载值( $t/m^2$ ) 表2-6

| 防护等级<br>部位 | 相邻两个防护单元的防护等级相同时 |     | 相邻两个防护单元的防护等级不同时 |      |
|------------|------------------|-----|------------------|------|
|            | 五 级              | 四 级 | 五级一侧             | 四级一侧 |
| 隔墙上的水平荷载   | 10               | 30  | 30               | 10   |

注：表内隔墙两侧的水平等效静荷载值设计时应分别按单侧水平荷载计算配筋

2-14 作用在防空地下室室内、室外出入口内的钢筋砼临空墙上的等效静荷载值按表 2-7 采用。

临 空 墙 的 等 效 静 荷 载 值( $t/m^2$ ) 表2-7

| 防护等级            | 五 级 | 四 级 |
|-----------------|-----|-----|
| 室内楼梯间           | 25  | 120 |
| 室外阶梯(坡道)式和单向出入口 | 32  | 120 |
| 穿廊式和竖井式出入口      | 24  | 80  |

注：1. 电梯井内临空墙按竖井式考虑；  
2. 临空墙系按弹塑性工作阶段计算取 $(\beta)=2$ 。

2-15 进、排风扩散室与防空地下室内部房间相邻的隔墙，其计算等效静荷载值可按扩散室出风口的余压值确定，并按内压计算。此时荷载系数 $K_s$ 可取1.3。则等效静荷载值按 $4 t/m^2$ 计算。

2-16 防空地下室的竖井式室外出入口，无论有无盖板，一般只考虑由土中压缩波产生的法向均布荷载。其等效静荷载值，按表 2-8 采用。

竖 井 周 边 等 效 静 荷 载 值( $t/m^2$ ) 表2-8

| 埋深 $h(m)$ | 五 级 |      | 四 级  |
|-----------|-----|------|------|
|           | 砖 墙 | 钢筋砼墙 | 钢筋砼墙 |
| 0.5       | 6.5 | 6.0  | 18   |
| 1.0       | 6.5 | 5.5  | 17   |
| 1.5       | 6.0 | 5.5  | 16   |
| 2.0       | 6.0 | 5.2  | 16   |
| 2.5       | 5.8 | 5.0  | 16   |
| 3.0       | 5.8 | 5.0  | 15   |
| 3.5       | 5.5 | 5.0  | 15   |
| 4.0       | 5.5 | 5.0  | 15   |

注：1. 表按中可塑性粘土层计算。对于软塑性粘土及地下水位以下的砂土应提高5%，对于硬塑粘土及水位

以上砂土可减小5%

2. 砖墙竖井取 $K_d=1.20$ , 钢筋混凝土竖井 $K_h=1.05$

2-17 对位于五级防空地下室上部地面建筑物内的竖井式安全出入口, 其伸出地下室顶盖以上部分的荷载, 可按作用在竖井的任何一面的外压考虑, 其水平等效静荷载值可按 $10t/m^2$ 采用。其顶盖也按 $10t/m^2$ 采用。

2-18 对于五级防空地下室设在地面上的防倒塌棚架, 由于棚架由梁、板、柱和非承重的轻质围护墙所组成, 故棚架仅考虑作用在梁、柱上的水平动压即可, 其等效静荷载值按 $6t/m^2$ 计算。顶板按倒塌荷载(等效静荷载)值 $6t/m^2$ 计算。水平力按单侧任一方向作用计算; 顶板与柱水平力不同时作用。

2-19 五级防空地下室通风、采光窗、井等效静荷载值。按现行通风、采光窗、井图采号分为四类:

DCJ型防护挡窗板水平等效静荷载值为 $3.5t/m^2$ ;

ZCJ型闸板式挡板水平等效静荷载值为 $3.5t/m^2$ ;

G CJ型防护盖板等效静荷载值为 $12t/m^2$ , 窗井墙位于地下水位以上时水平等效静荷载值为 $3.5t/m^2$ 水位以下部分为 $9.5t/m^2$ ;

MGCJ型防护盖板等效静荷载值为 $12t/m^2$ , 窗井墙位于地下水位以上时水平等效静荷载值为 $3.5t/m^2$ , 水位以下部份为 $9.5t/m^2$ , 其防护密闭窗为 $10t/m^2$ 。

2-20 防空地下室室外出入口通道结构, 一般只承受由土中压缩波产生的核爆动荷载, 不考虑内压作用。作用在通道结构外部的核爆动荷载, 其顶板(覆土小于1米时)用本措施2-10条顶板等效静荷载值的1.05倍, 墙、底板等效静载值可按本措施2-11~12中数值采用。

2-21 防空地下室室外阶梯式出入口通道的敞开段(指无顶盖段), 其侧墙荷载可按挡土墙确定, 不考虑核爆动荷载。

2-22 防空地下室室内出入口(包括梯井), 除临空墙外, 其它与防空地下室无关的墙、楼梯踏步和休息板等, 一般均不考虑核爆动荷载。

对防护密闭门外部分顶板, 宜考虑上层建筑倒塌荷载, 其等效静载值可按 $6t/m^2$ 计算。目的是防止上层建筑倒塌后把防护密闭门堵死, 以利抢救。

对设在楼梯间进风扩散室悬板活门外的局部顶板, 也应考虑防倒塌, 以防把进气口堵住。

2-23 防护密闭门及门框墙的等效静载值按表2-9采用。

门扇及门框墙的等效静荷载值( $t/m^2$ ) 表2-9

| 防护等级         | 门的等效静荷载值( $t/m^2$ ) |     |
|--------------|---------------------|-----|
|              | 五 级                 | 四 级 |
| 门的位置         |                     |     |
| 直通阶梯(坡道)式出入口 | 60                  | 180 |
| 竖井或穿廊式出入口    | 60                  | 120 |
| 相同等级相邻的隔墙上   | 20                  | 60  |
| 等级不同的相邻的隔墙上  | 60                  | 20  |

注: 表中值已乘动力系数 $K_d=2.0$

2-24 防空地下室结构荷载组合按表2-10组合。

防空地下室结构荷载组合

表2-10

| 结构部位        | 防护等级 | 荷载组合  |  |
|-------------|------|---|--|
| 顶盖          | 四、五级 | 核爆动荷载；顶盖静荷载（包括覆土、设备夹层、战时不拆迁的固定设备、顶盖自重等）                             |  |
| 外墙          | 五级   | 顶盖传来的核爆动荷载、静荷载；上部地面建筑物自重的 $\frac{1}{2}$ ；外墙自重；土中压缩波形成的水平动荷载；土压力；水压力 |  |
|             | 四级   | 不考虑上部地面建筑物自重，其它与五级同   |  |
| 内承重墙<br>(柱) | 五级   | 顶盖传来的核爆动荷载、静荷载；上部地面建筑物自重的 $\frac{1}{2}$ ；内墙（柱）自重                    |  |
|             | 四级   | 不考虑上部地面建筑物自重，其它与五级同   |  |
| 基础          | 五级   | 条形基础  | 不考虑核爆动荷载，可按平时使用条件下的荷载组合                            |
|             |      | 整体基础  | 底板核爆动荷载；上部地面建筑物自重的 $\frac{1}{2}$ ；顶盖传来的静荷载；地下室墙身自重 |
|             | 四级   | 底板核爆动荷载（条形基础或单独柱基为墙（柱）传来的核爆动荷载）；顶盖传来的静荷载；地下室墙身自重，不考虑上部地面建筑物自重       |  |

- 注：1. 上部地面建筑物自重系指防空地下室顶板以上建筑物的墙体和楼板传来的静荷载，即墙体、屋盖、楼板自重及战时不拆迁的固定设备等。
2. 当墙、柱为轴心受压或小偏心受压时，防空地下室顶板传来的核爆动荷载等效静荷载应乘以1.25的系数。

### 第三章 防早期核辐射

3—1 防空地下室除按核爆动荷载进行设计外，还应满足防早期核辐射的要求。

3—2 通过防空地下室顶部、外墙和出入口进入室内的早期核辐射总剂量，不得超过50伦。

3—3 防空地下室顶部防早期核辐射所需复土厚度 $h$ ，（包括地面建筑物底层室内地面厚度在内），可按下列式计算：

$$h_i = h_s - k_e \cdot d \text{ (mm)}$$

式中： $h_s$ ——防早期核辐射的土壤防护层最小厚度（mm），可按表3—1采用；

$d$ ——防空地下室顶盖厚度与地面建筑物底层地面厚度之和mm；

$k_e$ ——换算系数，对于砼、钢筋砼及石砌体可取1.4，砖砌体，土壤可取1.0

防早期核辐射的土壤防护层最小厚度 $h_s$ (mm)

表3-1

| 防护等级  | 五 级  |     | 四 级  |      |
|-------|------|-----|------|------|
|       | 单 建  | 附 建 | 单 建  | 附 建  |
| $h_s$ | 1000 | 650 | 1300 | 1050 |

3—4 防空地下室钢筋砼顶板上不复土时顶板结构最小厚度 $d$ (mm)

五级单建时， $d \geq 710$ mm；

附建时， $d \geq 460$ mm。

四级单建时， $d \geq 930$ mm；

附建时， $d \geq 750$ mm。

考虑到核爆炸后火灾引起的地面高温对防空地下室顶盖的影响，防空地下室顶盖上面最好有一定厚度的复土，包括地面最好不小于300mm。

3—5 防空地下室外墙高出室外地平部分、其厚度与顶板同。如不满足规定则必须采取复土措施或将外墙顶部局部加厚。

3—6 临空墙防早期核辐射最小厚度，可按表3—2采用。

钢筋砼临空墙最小厚度（mm）

表3-2

| 防护等级         | 五 级 | 四 级 |
|--------------|-----|-----|
| 室内出入口临空墙     | 250 | 550 |
| 室外通道内出入口临空墙  | 200 | 250 |
| 沿外墙阶梯出入口处临空墙 | 350 | 650 |

注：室外通道内临空墙最小厚度系室外通道长度已满足了规范的要求。

## 第四章 结构在核爆动荷载作用下截面设计的计算规定

### 第一节 结构构件在核爆动荷载作用下的强度设计安全系数

4-1 结构构件在核爆动荷载作用下的强度设计安全系数，可取静力结构构件的强度设计安全系数乘以0.7，但其值不得小于1。可按表4-1采用。

结构构件强度设计安全系数 k 表4-1

| 结构类别  | 受力特征                   | 安全系数        |      |
|-------|------------------------|-------------|------|
| 钢筋混凝土 | 轴心受拉、受弯、偏心受拉           | 1.00        |      |
|       | 轴心受压、偏心受压斜截面受剪、受扭、局部承压 | 1.10        |      |
|       | 冲切                     | 无梁楼盖对矩形柱的冲切 | 1.54 |
|       |                        | 无梁楼盖对圆形柱的冲切 | 1.54 |
|       |                        | 基础底板的冲切     | 1.35 |
| 砖砌墙   | 受压                     | 1.60        |      |
|       | 受弯受拉、受剪                | 1.75        |      |
| 组合砌体  | 轴心受压、偏心受压构件            | 1.50        |      |
| 挡土墙   | 抗倾复                    | 1.05        |      |
|       | 抗滑动                    | 1.00        |      |

### 第二节 材料的动力设计强度和弹性模量

4-2 结构在静荷载作用下，其设计强度均应按现行有关设计规范采用。在核爆动荷载与静载同时作用下，其动力设计强度应乘以提高系数。

1. 钢筋的动力设计强度和弹性模量可按表4-2采用。

钢筋的动力设计强度 ( $R_{gd}$ 或 $R_{gd}'$ ) 和弹性模量 ( $\text{kg/cm}^2$ ) 表4-2

| 钢筋种类          | 符号                 | 提高系数 | 动力受拉、受压设计强度 | 弹性模量 $E_g$        |
|---------------|--------------------|------|-------------|-------------------|
| I级钢(3号钢)      | $\phi$             | 1.30 | 3120        | $2.1 \times 10^6$ |
| II级钢(20锰硅16锰) | $\underline{\phi}$ | 1.15 | 3910        | $2.0 \times 10^6$ |
| III级(25钢锰渣)   | $\phi$             | 1.10 | 4180        | $2.0 \times 10^6$ |

注：I级钢当直径 $\geq 28\text{mm}$ 时，动力设计强度按表中所列的数值乘以0.95后采用。

2. 砼的动力设计强度和弹性模量可按表4—3采用。

砼的动力设计强度和弹性模量(kg/cm<sup>2</sup>)

表4-3

| 强度种类      | 符 号      | 提高系数 | 砼 标 号             |                    |                   |                    |
|-----------|----------|------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
|           |          |      | 200               | 250                | 300               | 400                |
| 轴心抗压      | $R_{ad}$ | 1.40 | 151               | 203                | 245               | 322                |
| 弯曲抗压      | $R_{wc}$ | 1.40 | 196               | 252                | 308               | 406                |
| 抗 拉       | $R_{td}$ | 1.40 | 18.2              | 21.7               | 24.5              | 30.1               |
| 受压或受拉弹性模量 | Eh       | 1.0  | $2.6 \times 10^5$ | $2.85 \times 10^5$ | $3.0 \times 10^5$ | $3.30 \times 10^5$ |

3. 砖砌体的动力抗压设计强度和弹性模量。

(1) 砖砌体的动力设计抗压强度可按表4—4采用。

砖砌体的动力抗压设计强度 $R_d$ (kg/cm<sup>2</sup>)

表4-4

| 砂浆类别  | 提高系数 | 砂 浆 标 号 |     | 50   | 100  |
|-------|------|---------|-----|------|------|
|       |      | 砖标号     | 标 号 |      |      |
| 混合砂浆  | 1.2  |         | 75  | 32.4 | —    |
|       |      |         | 100 | 37.2 | 45.6 |
|       |      |         | 150 | 45.6 | 56.4 |
| 纯水泥砂浆 | 1.2  |         | 75  | 27.5 | —    |
|       |      |         | 100 | 31.6 | 38.8 |
|       |      |         | 150 | 38.8 | 48.0 |

注：1. 砖砌体的弹性模量用 $670R_d$

(2) 砖砌体沿灰缝截面破坏时砌体的动力弯曲抗拉和抗剪设计强度可按表4-5采用。

砖砌体的动力弯曲抗拉和抗剪设计强度(kg/cm<sup>2</sup>) 表4-5

| 砂浆类别  | 提高系数 | 强度类别     | 砂 浆 标 号     |     | 50  | 100 |
|-------|------|----------|-------------|-----|-----|-----|
|       |      |          | 破 坏 特 征     | 标 号 |     |     |
| 混合砂浆  | 1.2  | $R_{wd}$ | 沿齿缝截面       |     | 6.6 | 8.4 |
|       |      |          | 沿通缝截面       |     | 3.6 | 4.8 |
|       |      | $R_{jd}$ | 沿通缝截面沿阶梯形截面 |     | 3.6 | 4.8 |
| 纯水泥砂浆 | 1.2  | $R_{wd}$ | 沿齿缝截面       |     | 5.0 | 6.3 |
|       |      |          | 沿通缝截面       |     | 2.7 | 3.6 |
|       |      | $R_{jd}$ | 沿通缝截面沿阶梯形截面 |     | 2.7 | 3.6 |

(3) 砖砌体沿砌体的砖截面破坏时,砌体的动力弯曲抗拉设计强度可按表4—6采用。

沿砌体的砖截面动力弯曲抗拉设计强度 $R_{rd}$ (kg/cm<sup>2</sup>) 表4-6

| 强度类别     | 提高系数 | 砖 标 号 |     |     |
|----------|------|-------|-----|-----|
|          |      | 75    | 100 | 150 |
| $R_{rd}$ | 1.2  | 7.2   | 8.4 | 9.6 |

### 第三节 在核爆动荷载作用下地基土承载能力的提高系数

4—3 在核爆动荷载作用下地基土承载能力的提高系数可按表4—7采用。

地 基 土 允 许 承 载 能 力 提 高 系 数 表4-7

| 地 基 土 类 别          | 提 高 系 数 |
|--------------------|---------|
| 卵石及密实硬塑亚粘土         | 5       |
| 密实亚粘土              | 4       |
| 中密以上的细砂            | 3       |
| 中密以上的粉砂、中密可塑或软塑亚粘土 | 2       |

### 第四节 结构构件的最小厚度和材料的最低标号

4—4 防空地下室结构构件,最小厚度,可按表4—8采用。

结 构 构 件 的 最 小 厚 度 (mm) 表4-8

| 材料    | 结 构 构 件 的 最 小 厚 度 (mm) |       |
|-------|------------------------|-------|
|       | 钢 筋 砼                  | 砖 砌 体 |
| 板     | 200(150)               | —     |
| 拱     | 200                    | 370   |
| 承重外墙  | 250                    | 490   |
| 承重内墙  | 200                    | 370   |
| 非承重隔墙 | —                      | 240   |
| 密闭隔墙  | 200                    | 370   |

注: 1. 括号内数字用于通道结构。

2. 表中数字未考虑防早期核辐射要求

3. 砖砌体密闭隔墙两面要用水泥砂浆抹面。

4-5 防空地下室结构选用的材料标号，不得低于表 4-9 的规定。

材 料 的 最 低 标 号

表4-9

| 材料名称 | 钢 筋 砼 |     | 砖     |       | 砂 浆 |
|------|-------|-----|-------|-------|-----|
|      | 现 浇   | 预 制 | 一 般 土 | 潮 湿 土 |     |
| 标 号  | 150   | 200 | 75    | 100   | 50  |



## 第五章 结构的内力分析和截面设计

### 第一节 内力分析

5—1 防空地下室结构在确定静荷载和等效静荷载后，可按结构静力计算方法进行内力分析。对于超静定的钢筋砼结构，可考虑由非弹性变形所产生的塑性内力重分布。

5—2 当结构按弹塑性工作阶段设计时，顶板传至墙（柱）的压力，可按下列规定采用：

1. 当墙（柱）为大偏心受压时，可取顶板在等效静荷载作用下的支承反力；
2. 当墙（柱）为小偏心受压或中心受压时，可取顶板在等效静荷载作用下的支承反力

乘以1.25。

5—3 钢筋砼结构构件，按弹塑性工作阶段计算时，应符合下列规定：

1. 对于超静定的钢筋砼梁、板和平面框架结构，在同时发生最大弯矩和最大剪力的截面，应验算斜截面的抗剪强度。

2. 受拉钢筋配筋率 $\mu$ 不宜大于1.5%。对于受弯、大偏心受压构件，当受拉钢筋配筋率超过1.5%时，其允许延性比 $[\beta]$ 值，应按下列式计算确定：

$$[\beta] \leq \frac{0.5}{x/h_0}$$

式中  $x$ ——砼受压区高度（mm）

$h_0$ ——截面有效高度（mm）

如计算 $[\beta]$ 值小于1.5时，可仍按1.5采用。

3. 当验算连续梁支座及框架、刚架节点的抗剪强度时，砼轴心动力抗压设计强度 $R_{cd}$ 应乘以折减系数0.8，且箍筋配筋率 $\mu_k$ 不得小于0.15%；构件的跨中受拉钢筋配筋率 $\mu_1$ 和支座受拉钢筋配筋率 $\mu_2$ （当两端支座配筋率不等时， $\mu_2$ 可取平均值）之和应满足

$$\mu_1 + \mu_2 < 0.3 \frac{R_{cd}}{R_{td}}$$

式中  $R_{td}$ ——钢筋动力抗拉设计强度（kg/cm<sup>2</sup>）

当不满足上式要求时， $[\beta]$ 值可取1.5。

5—4 五级防空地下室，允许采用迭合板，计算可按预制板与其上部的现浇板作为共同工作的整体单向连续板进行设计，具体作法见FJ-D迭合板图集。

在有条件时，也可按双向连续板设计。

5—5 砖砌外墙的计算高度，当为条形基础时，可取顶板或圈梁下皮至防空地下室室内地面；当为整体基础时，可取顶板或圈梁下皮至底板的上面。当沿外墙设有管沟时，可取顶板或圈梁下皮至管沟底面。

5—6 偏心受压砌体，当考虑核爆动荷载与静荷载同时作用时，荷载偏心距 $e$ 不宜大于0.95 $y$ （ $y$ 为截面重心至纵向力所在方向截面边缘的距高）。当 $e$ 小于或等于0.95 $y$ 时，结构