

防空地下室设计荷载及结构构造

批准部门 中华人民共和国建设部
国家人民防空办公室
批准文号 建质[2007]50号
主编单位 上海市地下建筑设计研究院
中国建筑标准设计研究院
统一编号 GJBT-994
实行日期 二〇〇七年五月一日
图集号 07FG01

主编单位负责人 王艳
主编单位技术负责人 王挥
技术审定人 于以宁
设计负责人 郭莉 梁敏

目 录

目录	1	乙类防空地下室楼梯等效静荷载标准值	15
编制说明	4	乙类防空地下室通风采光窗井等效静荷载标准值示意图	16
1. 乙类防空地下室设计荷载		乙类防空地下室封堵构件等效静荷载标准值	17
乙类防空地下室主体结构等效静荷载示意图	7	乙类防空地下室土中竖井结构等效静荷载标准值	
乙类防空地下室主体结构顶板等效静荷载标准值	9	及等效静荷载与静荷载同时作用的荷载组合	18
乙类防空地下室主体结构外墙等效静荷载标准值	10	2. 甲类防空地下室设计荷载	
室外出入口至防护密闭门的距离示意图	11	甲类防空地下室主体结构设计采用的	
乙类防空地下室临空墙、门框墙等效静荷载标准值	12	等效静荷载标准值示意图	19
乙类防空地下室相邻防护单元间隔墙、		甲类防空地下室主体结构顶板设计采用的等效静荷载标准值	21
门框墙的墙厚要求	13	核武器爆炸动荷载作用下主体结构外墙等效静荷载标准值	22
乙类防空地下室室外出入口通道等效静荷载标准值	14	甲类防空地下室主体结构底板设计采用的等效静荷载标准值	23

目录								图集号	07FG01
审核	于晓音	于以宁	校对	萧燕	萧燕	设计	郭莉	郭莉	1

甲类多层防空地下室主体结构设计采用的等效
静荷载标准值示意图24

甲类防空地下室临空墙设计采用的等效静荷载标准值.....26

甲类防空地下室设计采用的直接作用在门框墙上的
等效静荷载标准值27

甲类防空地下室相邻防护单元间隔墙、门框墙的
水平等效静荷载示意图28

甲类防空地下室相邻防护单元间隔墙、门框墙的
水平等效静荷载标准值30

甲类防空地下室室外出入口通道等效静荷载标准值.....31

甲类防空地下室楼梯等效静荷载标准值.....33

甲类防空地下室开敞式防倒塌棚架等效静荷载标准值.....34

甲类防空地下室防倒塌挑檐及土中竖井结构等效
静荷载标准值35

甲类防空地下室通风采光窗井等效静荷载标准值示意图...36

甲类防空地下室封堵构件等效静荷载标准值示意图37

甲类防空地下室出入口通道内封堵构件设计采用的
等效静荷载标准值38

甲类防空地下室等效静荷载与静荷载同时作用的
荷载组合39

3. 工程口部等效静荷载示例

常6级乙类二等人员掩蔽所40

核5级常5级甲类防空专业队队员掩蔽部43

核5级常5级甲类一等人员掩蔽所46

核6级常6级甲类二等人员掩蔽所49

4. 材料及构造规定

动荷载作用下材料强度综合调整系数及钢筋、
混凝土强度设计值53

防空地下室结构材料最低强度等级及结构构件最小厚度.....54

受力钢筋最小保护层厚度及防水混凝土的设计抗渗等级.....55

钢筋混凝土结构构件纵向受力钢筋的最小配筋率和
受拉钢筋的最大配筋率56

防空地下室纵向受拉钢筋最小锚固及搭接长度57

内、外墙与顶板、底板、楼板的连接构造58

钢筋混凝土墙体连接构造及板中拉结筋布置.....59

防空地下室室内墙留孔构造60

临空墙配筋构造61

相邻防护单元间隔墙配筋构造62

目 录								图集号	07FG01
审核	于晓音	于晓音	校对	萧蕊	萧蕊	设计	郭莉	页	2

梁柱纵向钢筋连接构造63

梁柱箍筋构造64

反梁及梁钢筋、附加箍筋、吊筋构造65

梁或柱支座两边变截面时纵向钢筋构造66

柱中纵向受力钢筋及箍筋构造67

无梁楼盖构造69

非承重墙连接构造71

5. 部分构件配筋选用

 洗消污水集水坑配筋图72

 连通口配筋图74

自行车坡道出入口配筋图75

独立式竖井配筋图76

内附壁式竖井配筋图77

外附壁式竖井配筋图78

垂直运输口配筋图79

防倒塌挑檐配筋图80

外附壁式电缆井配筋图81

内附壁式电缆井配筋图82

顶部式电缆井配筋图84

目 录								图集号	07FG01
审核	于晓音	jia	校对	萧蕤	设计	郭莉	设计	页	3

编制说明

1. 编制依据

建设部建质函[2006]71号《2006年国家建筑标准设计编制工作计划》

《人民防空地下室设计规范》(GB50038-2005)

《混凝土结构设计规范》(GB50010-2002)

《钢结构设计规范》(GB50017-2003)

《地下工程防水技术规范》(GB50108-2001)

2. 适用范围

本图集适用于核5级常5级、核6级常6级、核6B级常6级甲类防空地下室及常5级、常6级乙类防空地下室,且战时功能为防空专业队队员掩蔽部、一等及二等人员掩蔽所、人防汽车库、人防物资库。

3. 图集内容

3.1 本图集用图示及表格的形式,表示了作用于甲类及乙类防空地下室不同部位设计采用的等效静荷载标准值。

3.2 结合建筑图集的防空地下室示例,表达了防空地下室主体结构及口部的临空墙、门框墙战时等效静荷载的取值方法。

3.3 用图示及表格的形式表达了防空地下室结构的构造规定。

4. 战时荷载的作用

4.1 甲类防空地下室结构应能承受常规武器爆炸动荷载和核武器爆炸动荷载的分别作用,乙类防空地下室结构应能承受常规武器爆炸动荷载的作用。对常规武器爆炸动荷载和核武器爆炸动荷载,设计时均按一次作用。

4.2 战时设计荷载有动荷载和静荷载两类,动荷载是指核爆炸或常规武器爆炸空气冲击波超压形成的荷载和土中压缩波形成的荷载;静荷载是指土压力、水压力、结构自重及上部建筑传来的荷载、地面堆载等荷载。

4.3 本图集提供的荷载是甲类防空地下室及乙类防空地下室设计采用的等效静荷载标准值。对于甲类工程,为核武器爆炸动荷载作用下的等效静荷载标准值与常规武器爆炸动荷载作用下的等效静荷载标准值两者中的较大值;对于乙类工程,为常规武器爆炸动荷载作用下的等效静荷载标准值。应注意,设计采用的等效静荷载标准值仅供设计时采用,不是荷载的作用方式。

编制说明								图集号	07FG01
审核	于晓音	于晓音	校对	萧蕊	萧蕊	设计	郭莉	页	4

5. 防空地下室的设计原则

- 5.1 防空地下室结构的设计使用年限为50年。当上部建筑结构的设计使用年限大于50年时，按上部建筑结构确定设计使用年限。
- 5.2 防空地下室结构在常规武器爆炸动荷载或核武器爆炸动荷载作用下，其动力分析均可采用等效静荷载法。
- 5.3 防空地下室结构在常规武器爆炸动荷载或核武器爆炸动荷载作用下，应验算结构承载力；对结构变形、裂缝宽度及地基承载力与地基变形可不进行验算。
- 5.4 防空地下室结构采用的混凝土强度等级不应低于C25,受力钢筋宜采用HRB335级钢筋或HRB400级钢筋。

6. 查阅本图集等效静荷载标准值图表的要求

- 6.1 在核武器爆炸动荷载作用下，顶板的允许延性比 $[\beta]=3.0$ ；临空墙、内墙、外墙 $[\beta]=2.0$ ；防护密闭门门框墙 $[\beta]=1.0$ 。在常规武器爆炸动荷载作用下，顶板的允许延性比 $[\beta]=4.0$ ；临空墙、内墙、外墙 $[\beta]=3.0$ ；防护密闭门门框墙 $[\beta]=2.0$ 。
- 6.2 防空地下室的顶板为钢筋混凝土梁板、无梁板或密肋板等楼盖结构;底板为整体梁板式或板式基础。

- 6.3 在确定常规武器爆炸动荷载作用下及核武器爆炸动荷载作用下结构外墙的等效静荷载标准值时，应按照工程所在地的土的类别及工程抗力级别查阅相应表格,且外墙计算高度应 $\leq 5m$ 。
- 6.4 在查阅常规武器爆炸动荷载作用下及核武器爆炸动荷载作用下结构顶板、底板、外墙上的等效静荷载标准值时，应注意表中“考虑上部建筑影响”和“不考虑上部建筑影响”的条件。

7. 防空地下室结构的设计步骤

- 7.1 根据防空地下室的类别（甲类或乙类）、抗力等级查表或计算确定顶板、底板、外墙及口部构件的等效静荷载标准值及静荷载标准值。
- 7.2 甲类防空地下室按第39页表2—18、乙类防空地下室按第18页表1—8进行荷载组合，按《人民防空地下室设计规范》（GB50038—2005）第4.10.2条的承载力极限状态设计表达式进行承载力设计。其中，结构重要性系数 γ_0 取1.0；静荷载分项系数当其效应对结构不利时取1.2，有利时取1.0;等效静荷载分项系数取1.0。

编制说明								图集号	07FG01
审核	于晓音	于晓音	校对	萧蕊	萧蕊	设计	郭莉	页	5

7.3 防空地下室结构各构件战时设计荷载确定后,可按静力设计方法进行内力分析。

7.4 在战时荷载作用下进行截面设计时,材料动力强度设计值取静荷载作用下材料强度设计值乘以材料强度综合调整系数 γ_d ,其值按本图集第53页表4—1采用。

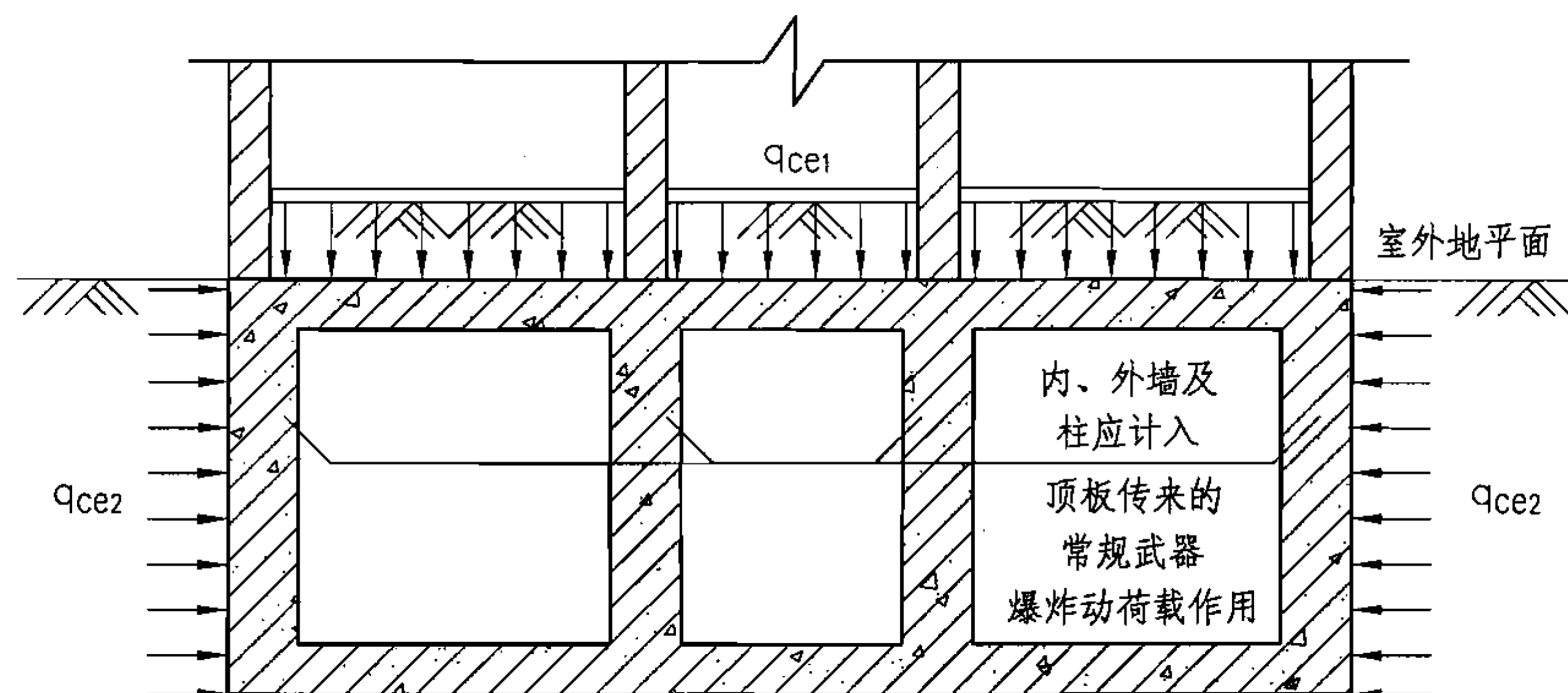
7.5 防空地下室除进行战时荷载设计外,还应根据其上部建筑在平时使用条件下对防空地下室结构的要求进行设计,并取其中的控制条件作为防空地下室结构设计的依据。

8. 其他

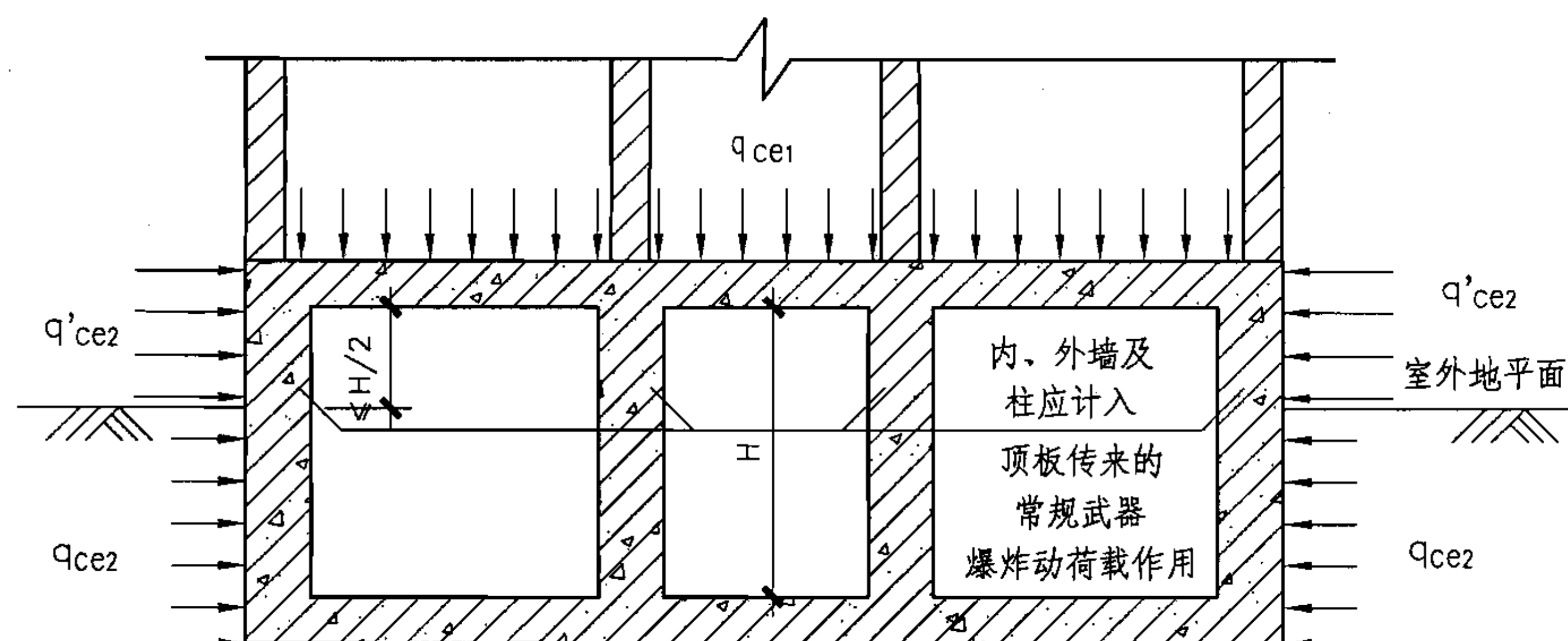
8.1 当不符合本说明第6条的规定时,应按《人民防空地下室设计规范》(GB50038—2005)有关条文,计算确定在核武器或常规武器爆炸动荷载作用下相应结构构件的等效静荷载标准值。

8.2 防空地下室结构构件的构造,尚应符合《人民防空地下室设计规范》(GB50038—2005)第4.11节的要求。当结构构件的抗震等级高于三级时,还应满足相应的抗震要求。

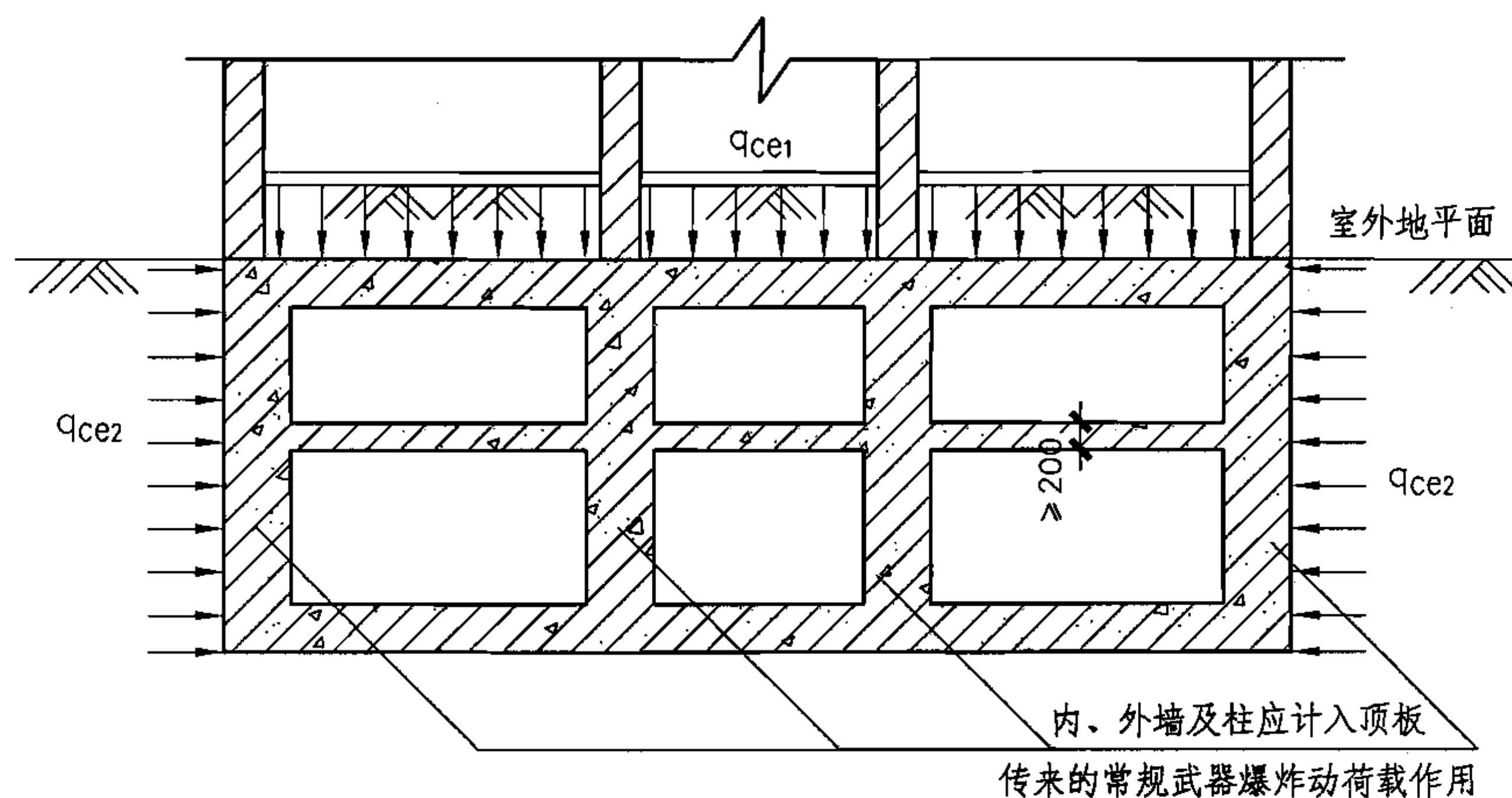
编制说明								图集号	07FG01
审核	于晓音	于晓音	校对	萧蕊	萧蕊	设计	郭莉	页	6



全埋式防空地下室



顶板底面高于室外地平面的防空地下室



上、下层均为防空地下室

无论上、下层是否为同一防护单元，中间楼板及底板均不计入常规武器地面爆炸产生的等效静荷载

说明：

1. 本图为乙类防空地下室设计时主体结构的等效静荷载取值示意图，不表示战时常规武器爆炸动荷载的作用方式。
2. 本图仅表示乙类防空地下室在常规武器爆炸动荷载作用下主体结构的等效静荷载标准值。设计时还应计入相应的静荷载，按本图集第18页进行结构荷载组合。
3. 乙类防空地下室顶板、外墙上的等效静荷载标准值应按其相应的抗力级别和土质条件取值，详见本图集第9页、第10页。
4. 直接承受空气冲击波作用的钢筋混凝土外墙按弹塑性工作阶段设计时，其等效静荷载标准值 q'_{ce2} 对常5级防空地下室取 400kN/m^2 ，对常6级防空地下室取 180kN/m^2 。

乙类防空地下室主体结构等效静荷载示意图

图集号

07FG01

审核

于晓音

于以名

校对

萧葵

萧葵

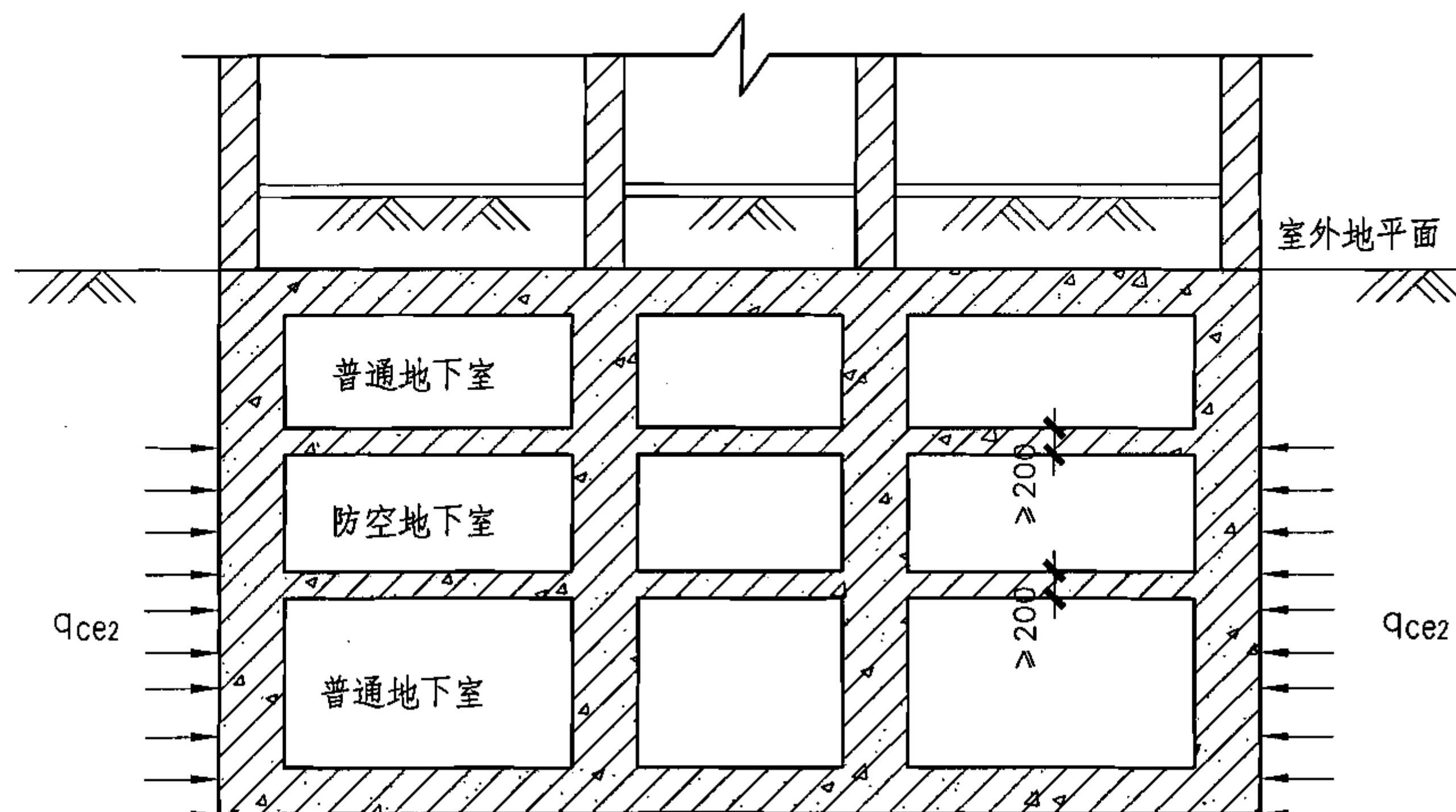
设计

郭莉

郭莉

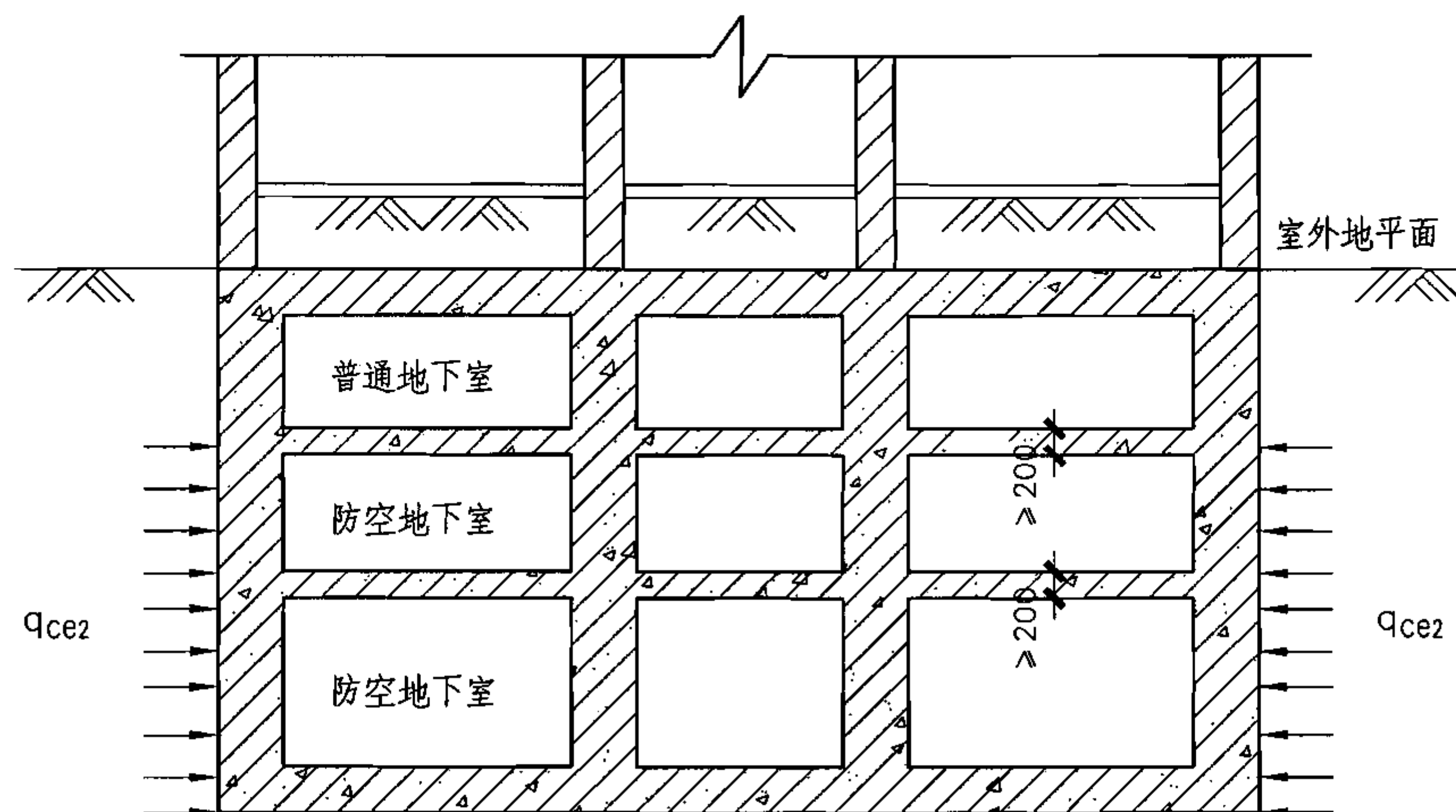
页

7



防空地下室设在地下中间层

防空地下室顶板和底板均不计入常规武器
地面爆炸产生的等效静荷载

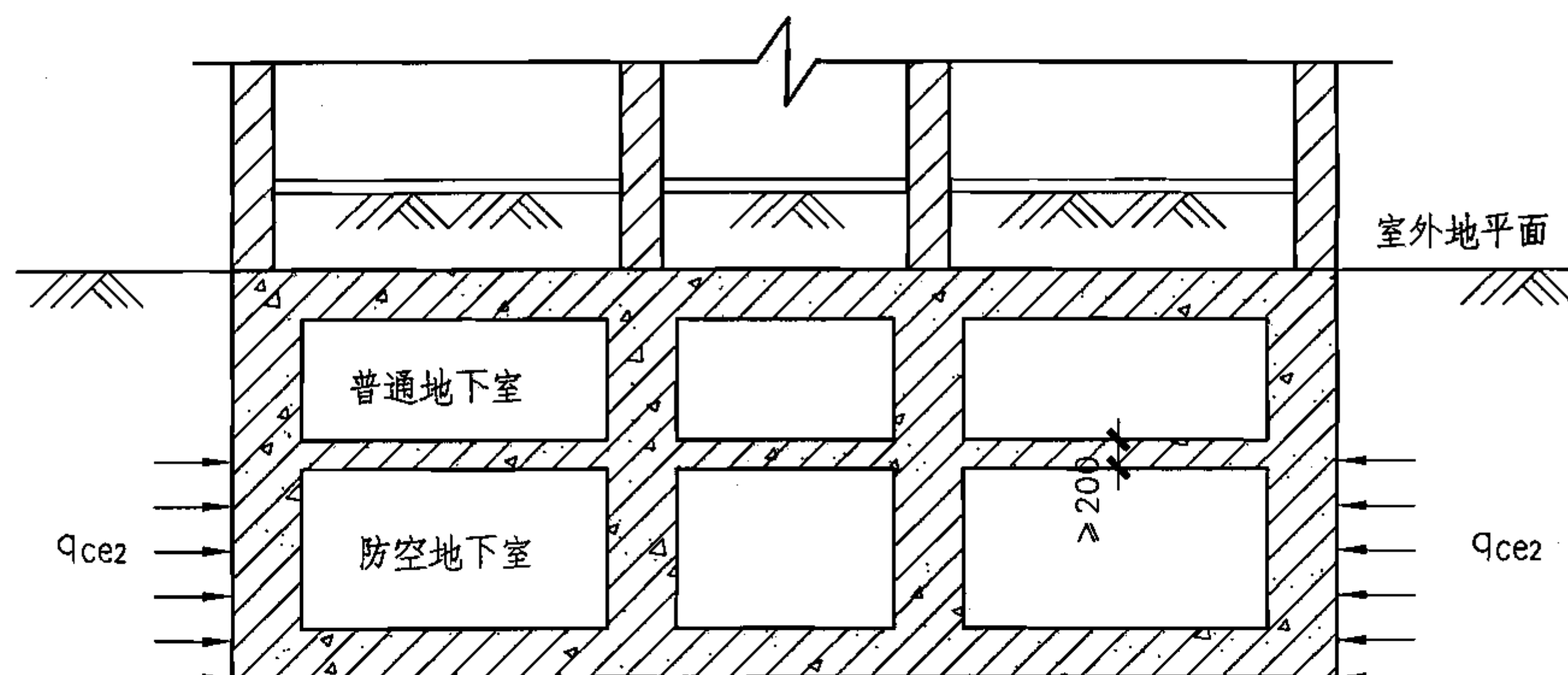


防空地下室设在地下二层及以下各层

防空地下室顶板、上下两个防护单元之间楼板和底板
均不计入常规武器地面爆炸产生的等效静荷载

说明:

1. 本图为乙类防空地下室设计时主体结构的等效静荷载取值示意图，不表示战时常规武器爆炸动荷载的作用方式。
2. 本图仅表示乙类防空地下室在常规武器爆炸动荷载作用下主体结构的等效静荷载标准值。设计时还应计入相应的静荷载，按本图集第18页进行结构荷载组合。
3. 乙类防空地下室主体结构外墙上的等效静荷载标准值应按其相应的抗力级别和土的类别取值，详见本图集第10页。



防空地下室设在最下层

防空地下室顶板和底板均不计入常规
武器地面爆炸产生的等效静荷载

乙类防空地下室主体结构等效静荷载示意图							图集号	07FG01
审核	于晓音	于晓音	校对	萧蕤	萧蕤	设计	郭莉	郭莉
							页	8

表1-1 乙类防空地下室顶板等效静荷载标准值 q_{ce1} (kN/m^2)

顶板覆土厚度 $h(\text{m})$	考虑上部建筑影响		不考虑上部建筑影响	
	抗力级别		抗力级别	
	常6级	常5级	常6级	常5级
$0 \leq h \leq 0.5$	40 ~ 32	88 ~ 72	50 ~ 40	110 ~ 90
$0.5 < h \leq 1.0$	32 ~ 24	72 ~ 56	40 ~ 30	90 ~ 70
$1.0 < h \leq 1.5$	24 ~ 12	56 ~ 40	30 ~ 15	70 ~ 50
$1.5 < h \leq 2.0$	不计入	40 ~ 24	不计入	50 ~ 30
$2.0 < h \leq 2.5$	不计入	24 ~ 12	不计入	30 ~ 15
$2.5 < h$	不计入	不计入	不计入	不计入

注：1. 顶板覆土厚度 h 为小值时， q_{ce1} 取大值。
2. 当防空地下室设在地下二层及以下各层时，顶板可不计入常规武器地面爆炸产生的等效静荷载。
3. 当不计入常规武器地面爆炸产生的等效静荷载时，应满足
《人民防空地下室设计规范》（GB50038-2005）第4.11节规定的构造要求。

- 说明：
1. 适用于乙类防空地下室顶板为钢筋混凝土梁板、无梁板、密肋板等楼盖结构，在常规武器爆炸动荷载作用下允许延性比 $[\beta]=4$ 。
 2. 考虑上部建筑影响：当上部建筑层数不少于二层，其底层外墙为钢筋混凝土或砌体承重墙，且任何一面外墙墙面开孔面积不大于该墙面面积的50%时；或当上部为单层建筑，其承重外墙使用的材料和开孔比例同上，且屋顶为钢筋混凝土结构时，顶板荷载取值时可考虑上部建筑对常规武器地面爆炸空气冲击波超压作用的影响。
 3. 不符合上述第2条规定时，防空地下室顶板荷载取值均不考虑上部建筑的影响。

表1-2 常规武器爆炸动荷载作用下非饱和土中钢筋混凝土外墙等效静荷载标准值 q_{ce2} (kN/m^2)

顶板顶面埋置深度 h (m)	土的类别	抗力级别	
		常6级	常5级
$0 < h \leq 1.5$	碎石土、粗砂、中砂	30 ~ 20	70 ~ 40
	细砂、粉砂	25 ~ 15	55 ~ 35
	粉土	30 ~ 15	60 ~ 40
	粘性土、红粘土	20 ~ 15	55 ~ 35
	老粘性土	30 ~ 15	65 ~ 40
	湿陷性黄土	25 ~ 15	55 ~ 35
	淤泥质土	15 ~ 10	35 ~ 25
$1.5 < h \leq 3.0$	碎石土、粗砂、中砂	20 ~ 15	40 ~ 30
	细砂、粉砂	15 ~ 10	35 ~ 25
	粉土	15 ~ 10	40 ~ 25
	粘性土、红粘土	15 ~ 10	35 ~ 25
	老粘性土	15 ~ 10	40 ~ 25
	湿陷性黄土	15 ~ 10	35 ~ 20
	淤泥质土	10 ~ 5	25 ~ 15

表1-3 常规武器爆炸动荷载作用下饱和土中钢筋混凝土外墙等效静荷载标准值 q_{ce2} (kN/m^2)

顶板顶面埋置深度 h (m)	饱和土含气量 α_1 (%)	抗力级别	
		常6级	常5级
$0 < h \leq 1.5$	1	50 ~ 30	100 ~ 80
	≤ 0.05	70 ~ 50	140 ~ 100
$1.5 < h \leq 3.0$	1	30 ~ 25	80 ~ 60
	≤ 0.05	50 ~ 30	100 ~ 80

说明:

1. 适用于甲类和乙类防空地下室在常规武器爆炸动荷载作用下的钢筋混凝土外墙, 按弹塑性工作阶段计算, 允许延性比 $[\beta]=3$, 外墙计算高度 $\leq 5m$ 。
2. 表1-2和表1-3中, 顶板埋置深度 h 为小值时, 外墙等效静荷载标准值取大值。
3. 表1-3中, 当含气量 $\alpha_1 > 1\%$ 时, 按非饱和土取值; 当 $0.05\% < \alpha_1 < 1\%$ 时, 按线性内插法确定。
4. 甲类防空地下室应根据工程所在地土的类别, 查取表1-2或1-3中的数值, 与表2-3或表2-4中核武器作用下钢筋混凝土外墙等效静荷载标准值相比较, 取较大值作为设计采用的等效静荷载标准值。