

冶金建筑抗震加固技术措施

——多层民用砖房——

北京钢铁设计研究总院等编



基 本 符 号

K_c	墙体强度安全系数;	α_{max}	地震影响系数 α 的最大值;
K_h	加固部分钢筋混凝土构件安全系数;	h_j	第j层墙体高度(即层高);
K_z	砖混组合结构安全系数;	h	门窗墙高(或墙肢高)(cm);
ξ	截面剪应力不均匀系数, 矩形截面 $\xi=1.2$;	l	第K道墙总长度;
A	验算第i楼层中平行于地震力方向全部抗震墙在1/2层高处净面积的和, (空斗墙墙厚取 $5.3 \times 2 = 10.6\text{cm}$);	l_k	窗间墙或墙肢的长度;
F	验算第j楼层的建筑面积;	P_i	各楼层的地震荷载;
A_K	验算楼层中平行于地震力方向的第K道抗震墙1/2层高处净面积, (空斗墙墙厚取 10.6cm);	Q_0	房屋底部总地震荷载;
F_t	验算楼层中第K道抗震墙与其相邻两侧抗震墙之间的建筑面积之半;	Q_i	各楼层的地震总剪力;
R_j	砖砌体主拉应力强度, 按现行《砖石结构设计规范》规定的砖砌体沿阶梯形截面抗剪强度采用(Kg/cm^2);	Q_i	验算层的地震总剪力;
n	(空斗墙 R_j 取值见第四章表4.3.1);	Q_K	分配到第K道墙的地震剪力;
j	房屋的总层数(地下室不作一层);	W	产生地震荷载的房屋总重;
σ_0	验算楼层中1/2层高处墙体截面的平均压应力(Kg/cm^2);	γ	砌体的容重; 实体墙 $\gamma = 1900\text{Kg}/m^3$, 空斗墙 $\gamma = 1600\text{Kg}/m^3$;
w	楼层每平方米的平均重量(t/m^2);	D_z	夹板墙抗侧力刚度;
R_t	验算抗震强度时砖砌体抗剪强度;	K_i	验算层第i道墙的抗侧力刚度;
	$R_t = R_j \sqrt{1 + \frac{\sigma_0}{R_j}};$	X_m	对X轴的质量中心坐标;
C	结构影响系数;	Y_m	对Y轴的质量中心坐标;
		X_g	对X轴的刚度中心坐标;
		Y_g	对Y轴的刚度中心坐标;
		K_{φ}	第i层墙体扭转刚度;
		β_{xi}	第i墙X轴方向扭转影响系数;
		β_{yi}	第i墙Y轴方向扭转影响系数;
		e	质量中心与刚度中心的偏心距。

出 版 说 明

我国是一个多地震国家,不少冶金厂矿位于地震区,其中有些建(构)筑物在过去建设中没有进行抗震设防或者设防标准偏低。一九七九年冶金部抗震办公室组织编制出版了《冶金建筑抗震加固技术措施》,对冶金厂房和构筑物的抗震鉴定和加固措施作出了统一规定,但对厂矿内的多层民用砖房并未涉及。为了适应当前抗震加固工作的需要,冶金部抗震办公室又于一九八三年下达任务,组织编制本《冶金建筑抗震加固技术措施》(多层民用砖房)(以下简称本《措施》)。

本《措施》参照国内外现有的抗震加固试验研究和震害分析资料,并结合工程实例,进行了大量计算比较,对多层民用砖房加固工作中出现的某些问题提出了具体解决办法。主要内容有:

1. 钢筋网水泥砂浆夹板墙;
2. 外加柱和圈梁;
3. 空斗墙砖房;
4. 多层砖房抗扭转影响的措施;
5. 其它,如木、瓦屋面、附壁墙烟囱、出屋面小屋等一般抗震加固措施。

本《措施》包括鉴定要点,加固原则,实用计算方法及构造措施。列有常用表格、图例和计算例题,可供从事抗震设计、施工和抗震管理部门的工程技术人员参照使用。

本《措施》由北京钢铁设计研究设计院主编,北京有色冶金设计研究设计院和梅山工程指挥部等单位参加编制,冶金部抗震办公室也派人参加。一九八三年十一月冶金部抗震办公室在西安召开了审查会议并原则通过。在编制过程中,得到了许多科研、设计、院校、生产和施工单位专业人员的大力支持,并提供了许多宝贵意见和资料,谨致诚挚的谢意。

一九八四年七月

目 录

基本符号		
第一章 总 则	1	第4.1节 抗震鉴定要点
第二章 实体墙砖房抗震鉴定要点	2	第4.2节 抗震加固主要措施
第三章 实体墙砖房抗震加固主要措施	11	第4.3节 空斗墙砌体抗震强度验算
第3.1节 新加抗震砖墙及夹板墙	11	第五章 抗震加固图例
第3.2节 钢筋混凝土外加柱	15	附录 I 多层砖房地震荷载简化计算及地震剪力分配原则
第3.3节 外加圈梁与钢拉杆	18	附录 I 多层砖房的扭转计算
第3.4节 砖柱加固	28	附录 I 夹板墙计算实例
第四章 空斗墙房屋抗震鉴定与加固	30	附录 IV 外加柱及拉杆, 外加圈梁选用实例
		附录 V 空斗墙百积率计算实例

第一章 总 则

第1.0.1条 为了贯彻落实地震工作要以预防为主方针，进一步做好冶金企业的震前加固工作，保障人民生命财产的安全，特编制本《冶金建筑抗震加固技术措施（多层民用砖房）》（以下简称《措施》）。

第1.0.2条 本《措施》系以《工业与民用建筑抗震鉴定标准》（TJ23—77）为依据，结合冶金工业民用多层砖房的特点作若干补充与延伸，并增列了空斗墙砖房抗震鉴定与加固的有关内容。

第1.0.3条 抗震加固应按照安全可靠、经济合理、方便施工和使用，适当注意美观的原则。

经过加固的实体墙砖房，在遭遇到相当于抗震鉴定加固烈度的地震时，一般不致倒塌伤人或砸坏重要生产设备，房屋经修理后仍可继续使用。

经过加固的空斗墙砖房，在遭遇到相当于抗震鉴定加固烈度的地震时，一般不致倒塌伤人。

第1.0.4条 抗震鉴定加固烈度，一般按基本烈度采用（或按国家规定的抗震鉴定加固烈度）。对于确难达到抗震加固标准的建筑物，应积极采取措施，适当提高其抗震能力，对于通过鉴定认为尚可使用又无加固价值的建筑物，可不作抗震加固，但

震前必须对人员和重要生产设备采取安全措施。

第1.0.5条 本《措施》适用于鉴定加固烈度为7度、8度和9度时的实体墙多层砖房及7度和8度时的空斗砖房。

本《措施》中的砖房一般适用于办公楼、医院、教学楼和宿舍楼几种类型的砖混房屋。多层是指六层及六层以下的房屋。

地基和基础的鉴定加固遵照TJ23—77和其他有关规定执行。

第1.0.6条 砖房抗震加固应着眼于提高房屋整体抗震强度和增加建筑物的延性，针对房屋的薄弱环节加强构造措施。

抗震加固时应注意到房屋的质量和刚度的分布情况，对于质量和中心和刚度中心偏离过大的房屋，可采取减少偏心距的措施以消除扭转影响。

所采用的各种加固措施，均须与原结构有可靠联结。

第1.0.7条 抗震加固设计时，荷载组合按照《工业与民用建筑抗震设计规范》（TJ11—78）的规定采用。结构影响系数：实体墙砖房取 $C=0.45$ ，空斗墙砖房取 $C=0.5$ 。矩形截面剪应力不均匀系数取 $\xi=1.2$ 。结构抗震加固强度验算时的安全系数按表1.0.7采用。

抗震加固强度验算安全系数 表1.0.7

项 目	类 别	主 要 受 力 特 性	符 号	安全系数		
				7度	8度	9度
1.	多层砖房墙体	抗 剪	K _c	2.0	1.4	1.4
2.	内框架砖房墙体	抗 剪	K _c	2.0	1.7	1.7
3.	木屋盖墙体☆	抗 剪	K _c	2.0	1.6	1.6
4.	砖混组合构件	偏心受压、受剪	K _z	1.7	1.5	1.5
5.	空斗墙体	抗 剪	K _c	2.0	1.7	—
6.	夹板墙体	抗 剪	K _c	2.0	1.4	1.4
7.	加固部份的钢筋混凝土构件	受弯、偏心受拉、轴心受压、偏心受压、斜截面受剪	K _b K _n	1.0 1.1	1.0 1.1	1.0 1.1

注☆木屋盖墙体仅指顶层为木屋盖，不包括木楼层，如属木楼层墙体则按《工业与民用建筑抗震鉴定标准》(TJ 23—77)规定执行。

第二章 实体墙砖房抗震鉴定要点

第2.0.1条 实体墙砖房抗震鉴定时，应着重检查砌体的强度和重量、砂浆标号、抗震横墙间距、建筑物高度、圈梁设置、墙体之间或墙与其他构件联结强度、关键构造措施、木屋盖支撑、预制板的联结和支承条件等情况。并着重检查地震时易倒塌部位，如：女儿墙，房屋门脸等装饰物，对楼梯间，出入口等处尤应加以重视确保安全。

第2.0.2条 墙体质量应符合下列要求：

第1.0.8条 内框架多层砖房的鉴定，构造措施及加固图例按《冶金建筑抗震加固技术措施》中内框架多层厂房部分进行，但抗剪墙、圈梁、外加柱等构件的计算、截面尺寸等均按本《措施》第三章中的规定采用。

第1.0.9条 房屋需要增加阳台或其他构件时，应注意到所增加构件不致降低房屋的抗震能力。

1. 墙体平直，不空鼓，无明显歪闪及严重酥碱；
2. 承重墙体及纵横墙交接处无明显裂缝；
3. 外墙尽端门窗口处无上下贯通的竖向裂缝；
4. 外墙或内外墙交接处不得因安装管道及烟道对墙体造成严重削弱；
5. 砖过梁（包括平拱、弧形拱）无明显开裂变形；
6. 纵横墙交接处咬搓应较好。9度时，室内高度超过3.5米的

高大房间外墙交接处，沿墙高每10皮砖应有2 ϕ 6钢筋拉结。后砌非承重墙与承重墙应有可靠拉结。8度和9度时，长度大于5.1米，高度大于3.0米的隔墙，墙顶与梁板应有拉结。

不符合上述要求时，应采取加固措施。

第2.0.3条 砖房抗震墙间距应符合表2.0.3要求。抗震墙厚度：7度和8度时不应小于18cm；9度时不应小于24cm。不符合要求时应按第三章有关规定进行加固。

多层砖房抗震横墙最大间距 (m) 表2.0.3

楼 盖 及 屋 盖 类 别	烈 度		
	7	8	9
现浇或装配式钢筋混凝土楼盖及屋盖	21	18	12
装配式钢筋混凝土楼盖及屋盖	18	15	9
钢筋混凝土楼盖及木屋盖	12	9	6

注：内框架砖房抗震墙最大间距按《冶金建筑抗震加固技术措施》中内框架厂房表3—2规定采用。

第2.0.4条 多层砖房的总高度及砂浆标号应符合表2.0.4的要求，否则应采取增加外加柱和圈梁等加固措施。

多层砖房总高度及最低砂浆标号 表2.0.4

墙 体 类 别	总高度限值 (m)		最低砂浆标号				
	烈 度						
24cm及24cm以上砖墙	7	8	9	7	8	9	
	18	15	10	10	10	25	
底层24cm上层18cm砖墙	12	9	—	25	25	—	
	18cm砖墙	9	6	—	25	25	—

注：(1) 房屋层高不宜超过4m。房屋总高度指外地面到檐口的高度。
 (2) 7度时，对墙厚不小于24cm，横墙间距不大于4m，总高度不超过10m的二层或三层以下砖房，其砂浆标号不应低于4号
 (3) 对原有房屋砖砌体及砂浆标号应有可靠依据，不得任意假定。
 (4) 本表及以后的表中“—”表示该类结构应进行专门研究处理。
 (5) 7度和8度时，对每开间均有横墙，强度符合现行《工业与民用建筑抗震设计规范》的要求，且房屋整体性较好，总高度限值可提高20%。

第2.0.5条 房屋局部尺寸应符合表2.0.5要求，否则宜采取加固措施。

房屋局部尺寸限值(m) 表2...0.5

房屋局部尺寸位置	裂 度			备 注
	7	8	9	
承重窗间墙最小宽度	0.8	1.0	1.5	承重墙指承受梁板荷载的墙体 同上
承重外墙尽端至门窗洞边最小距离	1.0	1.0	1.5	
非承重外墙尽端至门窗洞边最小距离	0.8	0.8	1.0	
内墙阳角至洞边最小尺寸	1.0	1.0	1.5	

第2.0.6条 对于平面形状复杂, 质量和刚度分布很不均匀的房屋, 鉴定时应着重验算质量中心和刚度中心的偏心距。当偏心率 $2e/l \leq 0.1$, 7度时可不计扭转影响; 当 $2e/l \leq 0.05$, 8、9度时可不计扭转影响。(l为房屋的长度, 计算方法参见附录1)。

当偏心率超过上述限值时, 可结合加固增加抗震墙或夹板墙, 将偏心距调整到接近限值, 消除扭转影响, 但应防止盲目加设。

图2.0.6—1所示为几种扭转影响较大的房屋平面图, 对这类房屋应针对图中所示阴影部分, 增设抗震砖墙等构造措施。

图2.0.6—2所示为几种扭转效应较小的房屋, 有些平面布置虽稍复杂, 若墙体布置比较均匀, 可以不计扭转影响, 但应在凹凸边缘拐角部位采取适当的加强措施。

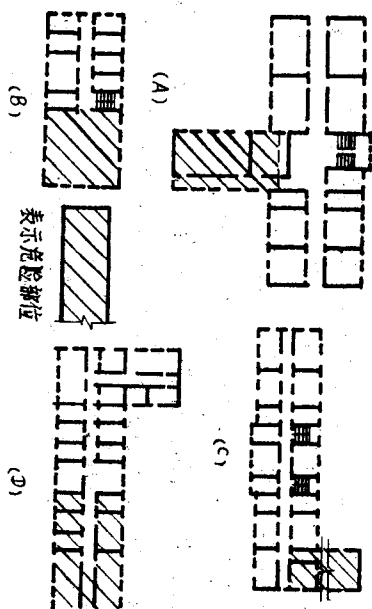


图2.0.6—1

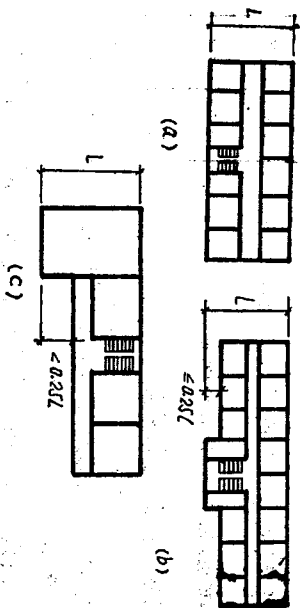


图2.0.6—2

第2.0.7条 当抗震鉴定加固烈度为8度和9度时, 办公楼, 医院等的大厅及主要楼梯间处, 跨度等于或大于6m的大梁在砖墙上的支承长度不应小于50cm, 否则应设与楼盖相连的外加柱, 以加强大梁支座处墙体。

抗震墙最小面积率 $[A/F]_{min}$ 值 表2.0.8a

墙 体 类 别					
不承重横墙和纵墙（无门窗）					
砂 浆 标 号					
		4	10	25	50
房屋总层数	验算楼层				
一层	1	0.0304	0.0167	0.0104	0.0071
二层	2 1	0.0406 0.0471	0.0222 0.0281	0.0139 0.0186	0.0095 0.0132
三层	3 2 1	0.0456 0.0588 0.0596	0.0249 0.0351 0.0372	0.0156 0.0232 0.0255	0.0107 0.0163 0.0184
四层	4 3 2,1	0.0486 0.0659 0.0715	0.0266 0.0393 0.0448	0.0166 0.0259 0.0312	0.0114 0.0183 0.0229
五层	5 4 3 2,1	0.0507 0.0707 0.0795 0.0818	0.0277 0.0422 0.0496 0.0523	0.0174 0.0277 0.0337 0.0364	0.0118 0.0196 0.0243 0.0271
六层	6 5 4 3 2,1	0.0522 0.0739 0.0852 0.0901 0.0906	0.0285 0.0441 0.0531 0.0576 0.0589	0.0179 0.0292 0.0364 0.0401 0.0416	0.0121 0.0204 0.0260 0.0293 0.0310
墙体平均压应力 σ_0 (kg/cm^2)		0.6 (n-j+0.5)			

当抗震鉴定加固烈度为8度和9度时，支承门斗、大挑檐、外廊式走廊等部位的砖柱，应用外包钢筋混凝土砂浆或外包型钢加固，与楼板无连接仅支承于砖墙上的大挑檐，应与室内楼板或梁有可靠拉结，以防门斗等地震时外甩倒塌。

靠近房屋端部（指2—3开间范围内）的平拱钢筋砖过梁，当烈度为8度时跨度大于1.5m，和9度时跨度大于1.2m，应用钢筋混凝土加固或堵砌窗洞。（见图例4—29）

当抗震鉴定加固烈度为8度或9度时，出屋面的楼梯间、电梯间、水箱间等可用加设圈梁，外加柱或钢筋混凝土砂浆抹墙面加固。（见图例4—32）

房屋顶层楼梯间外墙一般较高，宜在楼层标高处增设圈梁和相应的外加柱。

第2.0.8条 对于六层和六层以下砖房，其质量和刚度沿高度分布比较均匀，每一楼层抗震墙（纵墙或横墙）的面积率应不小于表2.0.8中 $\left[\frac{A}{F} \right]_{min}$ 乘以调整系数 α 后之值。

表2.0.8b

房屋总层数 n	验算楼层 i	墙 体 类 别			
		不承重纵墙(每开间有一个窗)			
		砂 浆 标 号			
		4	10	25	50
一层	1	0.0235	0.0141	0.0093	0.0066
二层	2	0.0312	0.0188	0.0123	0.0087
	1	0.0373	0.0235	0.0161	0.0118
三层	3	0.0353	0.0212	0.0139	0.0099
	2	0.0465	0.0294	0.0202	0.0147
四层	4	0.0476	0.0310	0.0219	0.0163
	3	0.0377	0.0225	0.0148	0.0104
五层	4	0.0521	0.0329	0.0227	0.0165
	3	0.0572	0.0372	0.0267	0.0201
六层	5	0.0393	0.0235	0.0154	0.0109
	4	0.0559	0.0354	0.0224	0.0177
六层	3	0.0634	0.0412	0.0291	0.0216
	2	0.0657	0.0435	0.0312	0.0236
六层	6	0.0404	0.0242	0.0159	0.0112
	5	0.0585	0.0370	0.0255	0.0185
六层	4	0.0681	0.0442	0.0313	0.0231
	3	0.0723	0.0478	0.0343	0.0258
六层	2	0.0730	0.0489	0.0355	0.0269
墙体平均压应力 σ_0 (kg/cm^2)		$0.9(n-j+1)$			

表2.0.8c

房屋总层数 n	验算楼层 j	墙 体 类 别			
		承重横墙(无门窗)			
		砂 浆 标 号			
		4	10	25	50
一层	1	0.0304	0.0184	0.0121	0.0086
二层	2	0.0406	0.0245	0.0163	0.0115
	1	0.0477	0.0304	0.0211	0.0154
三层	3	0.0457	0.0276	0.0183	0.0130
	2	0.0595	0.0379	0.0263	0.0192
四层	3	0.0607	0.0399	0.0283	0.0211
	2	0.0677	0.0426	0.0295	0.0216
五层	4	0.0488	0.0294	0.0194	0.0138
	3	0.0669	0.0426	0.0295	0.0216
六层	4	0.0728	0.0477	0.0345	0.0260
	3	0.0508	0.0305	0.0203	0.0144
六层	5	0.0716	0.0457	0.0317	0.0231
	4	0.0809	0.0530	0.0376	0.0280
六层	3	0.0835	0.0556	0.0401	0.0304
	2	0.0523	0.0315	0.0209	0.0148
六层	6	0.0750	0.0478	0.0332	0.0242
	5	0.0871	0.0570	0.0404	0.0301
六层	4	0.0921	0.0612	0.0441	0.0334
	3	0.0927	0.0623	0.0454	0.0347
墙体平均压应力 σ_0 (kg/cm^2)		$1.0(n-j+1)$			

表2.0.8d

房屋总层数 ⁿ	验算楼层 ^j	墙 体 类 别			
		承重横墙 (有一个门)			
		砂	浆	标	号
一层	1	4	10	25	50
		0.0287	0.0176	0.0118	0.0084
二层	2	0.0383	0.0235	0.0157	0.0112
		0.0444	0.0287	0.0202	0.0148
三层	3	0.0431	0.0263	0.0177	0.0127
		0.0554	0.0358	0.0251	0.0185
四层	4	0.0562	0.0373	0.0267	0.0202
		0.0460	0.0281	0.0188	0.0135
五层	5	0.0622	0.0401	0.0282	0.0208
		0.0674	0.0446	0.0323	0.0247
六层	6	0.0478	0.0293	0.0196	0.0140
		0.0667	0.0430	0.0302	0.0222
六层	6	0.0749	0.0496	0.0355	0.0267
		0.0771	0.0517	0.0376	0.0287
六层	6	0.0492	0.0301	0.0202	0.0144
		0.0698	0.0451	0.0317	0.0233
六层	6	0.0806	0.0533	0.0383	0.0287
		0.0850	0.0570	0.0415	0.0316
六层	6	0.0854	0.0578	0.0425	0.0327
		2,1			

墙体平均压
应力 σ_0
(kg/cm^2)

$1.2(n-j+1)$

表2.0.8e

房屋总层数 ⁿ	验算楼层 ^j	墙 体 类 别			
		承重纵墙 (每开间有一个门或一个窗)			
		砂	浆	标	号
一层	1	4	10	25	50
		0.0259	0.0163	0.0111	0.0080
二层	2	0.0347	0.0217	0.0139	0.0107
		0.0395	0.0260	0.0185	0.0138
三层	3	0.0390	0.0244	0.0167	0.0120
		0.0492	0.0324	0.0231	0.0172
四层	4	0.0497	0.0344	0.0243	0.0185
		0.0416	0.0260	0.0178	0.0129
五层	5	0.0553	0.0364	0.0259	0.0193
		0.0595	0.0399	0.0291	0.0225
六层	6	0.0433	0.0272	0.0185	0.0134
		0.0592	0.0390	0.0278	0.0205
六层	6	0.0661	0.0443	0.0323	0.0246
		0.0677	0.0460	0.0339	0.0261
六层	6	0.0445	0.0279	0.0190	0.0138
		0.0621	0.0408	0.0291	0.0217
六层	6	0.0711	0.0477	0.0347	0.0264
		0.0746	0.0506	0.0373	0.0288
六层	6	0.0748	0.0511	0.0380	0.0296
		2,1			

墙体平均压
应力 σ_0
(kg/cm^2)

$1.6(n-j+1)$

注: (1) 本表第j楼层抗震砖墙的最小面积率是按下式求得:

$$\left[\frac{A}{F} \right]_{\min} = \frac{k_c \xi c \alpha_{\max} \left(\frac{2}{n+1} \right)^n}{\sqrt{R_i (R_j + \sigma_0)}} \sum_{i=1}^n w_i$$

- (2) 本表是按烈度7度编制的, 当烈度为8度、9度时必须乘以调整系数 a , 其值如下表:

调整系数 a 值表

房屋类别	烈度		
	7度	8度	9度
多层砖房	1.0	1.4	2.8
多层全框架及多层内框架房屋	1.0	1.7	3.4
木屋盖墙体	1.0	1.6	3.2

- (3) 编制本表时按层单位面积平均重量取 1200 Kg/m^2 , 适用于一般住宅、单身宿舍、办公楼、教学楼、医院等建筑物, 对于按层单位面积实际平均重量与 1200 Kg/m^2 相差较多的建筑物, 表中的 $[A/F]_{\min}$ 值须乘以系数 $w/1200$ 。 w 是按底层半高以上的采荷重加50%~70%的活荷重再除以 n (房屋总层数) 算得。

- (4) 验算突出建筑物顶面的屋顶间 (如水箱间、电梯间等) 时, 取本表屋顶层的 $[A/F]_{\min}$ 值, 乘以调整系数 a 后, 再乘以3, 此时房屋各楼层仍采用本表的 $[A/F]_{\min}$ 值乘以调整系数 a 。

- (5) 对于现浇和装配式钢筋混凝土楼 (屋) 盖等刚性楼 (屋) 盖房屋, 抗震横墙面积率按 A/F 计算。
对于木楼 (屋) 盖等柔性楼 (屋) 盖房屋, 抗震横墙的面积率按 A_k/F_k 计算。

对于装配式钢筋混凝土楼 (屋) 盖等中等刚性楼 (屋) 盖房屋, 抗震横墙面积率按 $\frac{2A_k}{F_{A_k} + F_k}$ 计算。

- (6) 在同一方向有承重和不承重两种墙体 (包括不同砂浆标号) 时, 可根据表中相应 $(A/F)_{\min}$ 值的比例关系, 将墙体净面积转换成同等条件下的墙体净面积, 然后进行验算。

- (7) 对于以下几种情况的墙体, 查表规定如下:

支承双向楼板的纵横墙及承重山墙均按承重横墙 (无门窗) 表采用; 纵墙仅承受过道楼板荷载按不承重横墙和纵墙, 有开门窗者也按 (无门窗) 表采用;

承重纵墙 (无门窗) 按承重横墙 (无门窗) 表采用;

不承重横墙 (有一个门) 按不承重横墙 (无门窗) 表采用;

- (8) 计算墙体面积时对高宽比较大者按第三章第3.1.6条中考虑弯曲变形时的刚度折减系数 β 的规定处理。

第2.0.9条 坡顶木屋盖抗震鉴定应符合下列要求:

1. 无下弦的人字木屋架必须增设屋架下弦水平拉杆。7度、8度时拉杆可隔榀增设, 9度时应逐榀增设。如屋架支座处同时设有圈梁, 则拉杆也可设在圈梁处。(见图例2~1)

2. 木屋架的支座 (包括人字屋架的边、中支座) 应与墙体或圈梁拉结, 支座无拉结或原有锚固不牢者, 应增设螺栓联结。(见图例2~2)

3. 木屋盖的支撑布置和间距应符合表2.0.9要求, 不符合者应增设支撑。(见图例2~3)

支撑布置要求和间距限值表

表2.0.9

支撑名称	度		
	7	8	9
各类屋盖	满铺望板	稀铺或无望板	满铺望板
上弦横向支撑	可	可不设	可不设
下弦横向支撑	可	可不设	可不设
垂直支撑	可不设	可不设	可不设
间 隔 道 设 置	可不设	可不设	可不设
间 隔 道 设 置	可不设	可不设	可不设
垂直支撑	可不设	可不设	可不设

注：(1) 应优先采用角钢、方(元)木支撑，也可用圆钢支撑。支撑与屋架应用螺栓联结。

(2) 增设上弦横向支撑节点处，沿房屋纵向所有檩条必须与屋架上弦联结牢固。

(3) 房屋端部若为山墙承重，则上弦横向支撑设置在端部第二开间内。

(4) 四坡水屋盖垂直支撑可适当减少。

4. 对接檩条在屋架上的支承长度不应小于6cm，檩条在山墙上的支承长度不应小于12cm，并与屋架、山墙联结可靠，不符合要求时应予加固。檩条与檩条及檩条与屋架间亦用螺栓锚固。8、9度时，双脊檩应相互拉结。(见图例2—3, 2—6)

5. 坡顶木屋盖的挂瓦板应与内外山墙及屋架间有牢固拉结，不符合要求者可按下列措施加固：

在内山墙处：

7度时，沿内山墙顶面在挂瓦板缝内增设1Φ10通长筋，并每隔2—3块板设1Φ10“T”形筋，穿过挂瓦板与山墙拉牢，然后在剔开的板缝内用200号细石混凝土灌实。(见图例2—8)

8度时，采取上述措施，但每块板均增设1Φ10“T”形筋，穿过挂瓦板与山墙拉牢。

在外山墙处：

挂瓦板不挑出山墙者：在山墙上增设圈梁，且在每块挂瓦板内设1Φ10“T”形筋，穿过挂瓦板与沿山墙两侧设置的4Φ10通长筋相联。

挂瓦板挑出山墙时：采取上述措施但不设圈梁。

在檐口、屋脊处均应设纵向拉梁纵向拉紧与横向板缝内的Φ12通长筋锚拉。(见图例2—8)。

6. 波形大瓦、槽瓦、簸箕板以及空心板等坡屋面，凡瓦板与檩条、山墙无锚拉者，均应加固。加固措施为：

每块瓦、板与檩条间增加拉结，檐口处可与新增的圈梁拉结；(见图例2—4, 2—9)

顺檐口加捣制的封闭圈梁，或将檐口周边的预制板增设锚筋，锚固在原有的圈梁内；

自屋脊顺坡加拉条，将屋脊两侧的板相互拉结。(见图例2—4)

7. 坡屋顶屋面坡度超过30度时，或虽未超过30度但位于出入口的檐口瓦(包括平瓦、小青瓦、筒瓦等)，必须有妥当的措施(铁钩或护瓦栏杆)防止其下滑。(见图例2—4)

8. 由屋架、内外山墙混合承重的屋盖，当7度时屋盖的整

体性较弱,山墙砌体质量较差者;或8度时尽端山墙与山墙间,山墙与屋架间应设垂直支撑加固,同时屋架间的垂直支撑尚应符合本条3项的规定,9度时增设山墙间垂直支撑为间隔一道。(见图例2—6,2—7)

9. 当屋盖构件与外山墙锚固不可靠,7、8度时,如山墙不增设圈梁,可用墙绳将山墙与尽端的山墙屋架相拉结的措施加固山墙头,此时屋盖系统应有足够整体性。亦可在山墙一侧增加人字木将檩条与墙拉结;亦可将每根檩条直接与外山墙锚拉牢固。(见图例2—5)

10. 8、9度时,有内纵墙房屋其顶层内纵墙与尽端山墙交接处,应有同时砌筑的踏步式墙垛,当未砌墙垛者宜补砌,并做好墙垛与山墙间的拉结,或按本条第8项加固。当内纵墙上同时增设圈梁时,可将垂直支撑联结于圈梁上。(见图例2—5)

第2.0.10条 女儿墙、出屋面砖烟囱,通气孔的抗震鉴定与加固措施:

1. 墙厚24cm的无拉结的女儿墙,除在屋盖处有锚固(如圈梁、板与墙有钢筋拉结或板压入墙内等)外,出屋面高度不应超过0.5m,高度超出时应拆矮,或用支撑和钢筋混凝土压顶梁加固;也可间断拆除砌体改做钢筋混凝土柱加固;当房屋增加外加柱时,亦可将外加柱伸至女儿墙顶以加固之,但加固后的女儿墙高度亦不宜超过1m。(见图例4—2)

2. 出屋面的附壁烟道、通气孔如已废弃不用者应拆除至与所附壁顶平。确需保留使用者,宜加固,位于出入口或临街者必须加固。加固可采取下列方法:
采用钢筋网水泥砂浆抹面;

拆除悬臂部分,改砌高标号砂浆配筋砌体;
外包由角钢,扁钢组成的钢围套。

(见图例2—11,2—12)

3. 出屋面的附壁砖烟囱,其出屋面高度 $H \leq 5\text{m}$ (H 为从檐口算起)超出部分应拆除。保留部分须加固,加固方法为外包钢围套或钢筋网水泥砂浆抹面。如必须保留原有高度时,应将出屋面部分改用钢烟囱代替。(见图例2—10,2—11)

第2.0.11条 预制板楼(屋)盖的抗震鉴定与加固措施,除按第三章要求设置圈梁外,尚应采取以下措施:

1. 9度时屋盖的外圈梁在顶板以下,又无现浇钢筋混凝土挑檐者,屋盖周边1.5m宽范围内的预制板之间应相互拉结,不符合要求者应加固,如预制板有吊环,可用2Φ6钢筋交叉与吊环焊接。(见图例4—1)

2. 8、9度时,跨度大于4.8m,并与外墙平行的长向板,在屋盖及楼盖处与墙应有拉结。不符合要求时,宜在每块板长度内增设两个联结点。联结方法可在板面或板底以Φ12钢筋将板与墙体拉结。(见图例4—3)

3. 钢筋混凝土预制板楼盖或屋盖,当圈梁未设在板的同一水平时,其在外墙上的搁置长度应不小于12cm,且不小于墙厚减12cm,否则,应增加板与外墙的锚拉措施,可在板缝内配Φ6钢筋,伸入外墙与之拉结。(见图例4—1)

4. 钢筋混凝土预制板在内墙上的搁置长度应不小于10cm,在梁上应不小于8cm,不符合要求时,应增强板之间联结,可利用吊环加短筋交叉互焊,或增长支托。(见图例4—1)

5. 无锚拉措施的钢筋混凝土预制挑檐,应予加固。加固办

法可增加锚筋将预制板与圈梁、墙体或其他承重构件锚固。当在原有钢筋混凝土梁上锚拉时，须用电锤钻孔，以环氧树脂砂浆灌

缝。（见图例2—9）

第三章 实体墙砖房抗震加固主要措施

第3.1节 新加抗震砖墙及夹板墙

多层砖房抗震加固采取新加抗震墙或设置夹板墙措施时，应符合本节各条规定。

第3.1.1条 抗震横墙间距超过表2.0.3的限值时，可采取以下措施：

1. 使用上允许可将大室改为小间，在抗震横墙间距超过限值处增设新抗震横墙；
如使用确有困难，不能采用新加抗震墙时，也可采取加强楼（屋）盖板面刚度的办法；

2. 原有隔墙为轻质隔墙，可将其拆除后改为抗震砖墙；

3. 原有隔墙为半砖墙，可用双面夹板墙加固成抗震墙；
对于轻质隔墙或半砖墙改为抗震墙时，如原来无基础，则须新增基础。同时，抗震墙的顶部应采取措施，使与楼盖、屋盖结构有可靠联结。木屋盖须增设抗震墙时，可支承于墙制楼盖上。

4. 新加或改造的抗震墙，均应自下至上连续贯通，确保剪力向下传递，如上层不需设抗震墙可在该层终止。

第3.1.2条 房屋刚心与质心的偏心距超过第2.0.6条规定，采取新加抗震墙或设置夹板墙时，可将新加抗震墙或夹板墙设置于刚度较弱的一边，使刚度分布均匀，减少偏心率，缩小扭

转振动的不利影响。

伸缩缝一侧有开口墙者，宜在开口处增设抗震墙，当距开口墙第一开间处已设有抗震墙时，则可在开口墙处设外加柱。

因门窗开孔过多过大，致使墙体的刚度削弱过甚者，如使用上允许可将门窗洞堵砌，亦可设夹板墙加固。

第3.1.3条 抗震横墙间距虽符合表2.0.3的限值，但砖墙验算抗震强度不足时：差值较小（差20%以内）可用水泥砂浆抹面加固，差值较大可用钢筋网水泥砂浆夹板墙加固。加固时应注意以下各点：

1. 抗震验算时，应考虑已增设的外加柱；
2. 在能满足抗震要求下加固墙体应最少；
3. 设置夹板墙应尽可能减少对住户的搬动。（例如，可在内廊外侧设置夹板墙）

第3.1.4条 新加抗震墙的抗剪强度可按下式验算：

$$K_c Q_k \leq \frac{R_t A_c}{\xi} \quad (3.1.4)$$

式中：

Q_k ——墙体承受的水平地震力；
 A_c ——砖墙的截面积（ cm^2 ）。

第3.1.5条 水泥砂浆和钢筋网水泥砂浆夹板墙抗剪强度可按下式验算:

$$K_c Q_z \leq \frac{1}{\xi} [R_t A_c + 0.5 R_{sj} A_s + \frac{0.06 R_g A_g l}{\sqrt{S}}] \quad (3.1.5-1)$$

式中:

R_{sj} ——抹面砂浆的抗剪强度, $R_{sj} = 1.4\sqrt{R_t}$, 对于75°、100°、150°砂浆的 R_{sj} 值分别为12.12、14.0、17.15 kg/cm²;

A_s ——抹面砂浆的截面积, 以cm²计, 对于双面夹板墙为两面面积之和;

R_g ——钢筋设计强度, 对于I级钢筋 $R_g = 2400$ kg/cm²;

A_g ——一根钢筋的截面积, 对于双面夹板墙为二根钢筋的截面积 (cm²);

S ——钢筋网纵横方向的间距 (cm);

l ——墙肢的宽度 (cm)。

式(3.1.5-1)亦可写成下式:

$$K_c Q_z \leq \frac{R_t l d}{\xi} \quad (3.1.5-2)$$

式中:

d ——夹板墙的强度折算厚度 (cm);

$$d = t + b_1 + b_2$$

t ——砖墙的厚度 (cm);

b_1 ——抹面砂浆层产生的强度折算厚度;

$$b_1 = \frac{P_s}{R_t}, \quad P_s = 0.5 R_{sj} b_2, \text{ 见表(3.1.5a)}$$

b_2 ——钢筋网产生的强度折算厚度;

$$b_2 = \frac{P_g}{R_t}, \quad P_g = \frac{0.06 R_g A_g}{\sqrt{S}}, \text{ 见表(3.1.5b)}$$

P_s 值表 (kg/cm²) 表(3.1.5a)

砂浆标号	100号					150号				
	2	3	4	5	2	3	4	5		
砂浆厚度 (cm)										
$P_s = 0.5 R_{sj} b_2$	单面	14.0	21.0	28.0	35.0	17.1	25.7	34.3	42.9	
	双面	28.0	42.0	56.0	70.0	34.3	51.4	68.6	85.7	

P_g 值表 (kg/cm²) 表(3.1.5b)

钢筋直径 (mm)	$\phi 4$					$\phi 6$					$\phi 8$		
间距 (cm)	30	20	15	40	30	25	20	15	40	30	20		
单面	5.30	4.05	4.67	6.44	7.43	8.14	9.10	10.51	11.45	13.22	16.19		
双面	6.60	8.09	9.33	12.87	14.86	16.29	18.20	21.02	22.90	26.44	32.37		

第3.1.6条 夹板墙墙肢的抗侧力刚度, 考虑墙肢较宽的情况, 忽略弯曲变形, 其公式为:

$$D_z = \frac{1}{4h} [E_c A_c + 0.65 E_s A_s] \quad (3.1.6-1)$$

式中:

E_c ——砖墙的变形模量, 见表(3.1.6a)

砖墙的变形模量 E_c 值 表(3.1.6a)

砖 标 号	砌 筑 砂 浆 标 号			
	4号	10号	25号	50号
75号	6,000	10,800	15,400	21,600
100号	7,200	12,600	17,500	24,800

E_s ——抹面砂浆的变形模量, 对于75号、100号、150号砂浆的 E_s 值分别为 0.95×10^5 、 1.20×10^5 、 $1.66 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 。

当墙体较窄的情况, 即 $\frac{h}{l} \geq 0.8$ 时, 需考虑弯曲变形, 则抗

侧力刚度公式为:

$$D_z = \frac{\beta}{4h} [E_c A_c + 0.65 E_s A_s] \quad (3.1.6-2)$$

式中:

$$\beta = \frac{1}{4 \left(\frac{h_K}{l_z} \right)^2 + 1}$$

β ——考虑弯曲变形时的刚度折减系数, β 随 $\left(\frac{h_K}{l_z} \right)$ 变化, 当 $\frac{h_K}{l_z} > 4$ 时, 不分配地震力, $\beta = 0$,

当 $\frac{h_K}{l_z} < 0.8$ 时, 其面积不折减, $\beta = 1.0$,

当 $4 > \frac{h_K}{l_z} > 0.8$ 时, β 值按表(3.1.6b)选用。

h_K 、 l_z 的关系见图3.1.6, 但对一般的窗间墙, 虽在此范围内, 因有窗肚墙刚度的补偿, 故可不折减。(特殊窄条的窗间墙除外)。

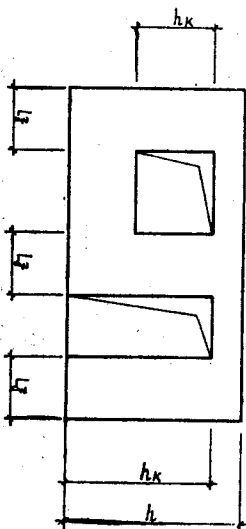


图 3.1.6

说明: 两窗之间或一窗一门之间称为窗间墙, 两门之间称为门间墙, 它们的 h_K 如图示, 如无门窗洞则 $h_K = h$ 。

β 值 表 (表3.1.6b)

h_K/l_z	β	h_K/l_z	β	h_K/l_z	β	h_K/l_z	β
< 0.8	1.0	1.6	0.61	2.6	0.372	3.6	0.236
0.8	0.862	1.8	0.552	2.8	0.338	3.8	0.217
1.0	0.80	2.0	0.50	3.0	0.308	4.0	0.20
1.2	0.735	2.2	0.452	3.2	0.281	> 4.0	0
1.4	0.671	2.4	0.41	3.4	0.257		