

GUOJI AJIANZHUBI A0ZHUNSHENJI 05SG109-3

国家建筑标准设计图集 05SG109-3

# 民用建筑工程设计 常见问题分析及图示 (混凝土结构)

国家建筑标准设计  
国家建筑标准设计  
国家建筑标准设计  
国家建筑标准设计

中国建筑标准设计研究院



# 民用建筑工程设计常见问题分析及图示

## (混凝土结构)

批准部门 中华人民共和国建设部 批准文号 建质[2005] 14 号  
 主编单位 中元国际工程设计研究院 统一编号 GJBT-790  
 中国建筑标准设计研究院 中国建筑科学研究院建筑结构研究所  
 实行日期 二00五年三月一日 图集号 05SG109-3

主编单位负责人 <sup>10</sup> 王建 王艳 建  
 主编单位技术负责人 吴汉福  
 技术审定人 周廷强  
 设计负责人 张军 田科 徐海印

### 目 录

目录 编制说明.....M1~M2

### 混凝土结构

1 材料选用..... 1~5

1.1 耐久性要求..... 1

1.2 混凝土强度等级..... 2~4

1.3 钢筋选用及代换..... 5

2 结构布置..... 6~9

2.1 结构体系及构件布置..... 6

2.2 楼(屋)盖结构..... 7

2.3 变形缝及后浇带设置..... 8~9

3 结构计算与分析..... 10~20

3.1 计算书内容..... 10

3.2 计算程序及计算模型..... 11~16

3.3 计算内容及参数设置..... 17~19

3.4 计算结果分析与应用..... 20

4 楼板..... 21~29

4.1 楼板荷载及计算..... 21~22

4.2 楼板配筋及构造..... 23~26

4.3 特殊部位楼板加强措施..... 27~29

5 梁..... 30~43

5.1 梁的计算..... 30~32

5.2 梁的配筋构造..... 33~40

5.3 框支梁..... 41~42

5.4 宽扁梁..... 43

6 柱..... 44~49

6.1 柱的计算..... 44

6.2 柱的配筋构造..... 45~49

目 录				图集号	05SG109-3
审核	郁银泉	校对	李文扬	设计	汪洪涛
				页	M1

7 框架梁柱节点.....	50 ~ 53
8 剪力墙.....	54 ~ 63
8.1 剪力墙的计算.....	54 ~ 55
8.2 剪力墙底部加强部位.....	56
8.3 剪力墙厚度及截面高度.....	57
8.4 翼墙、端柱、暗梁及连梁.....	58 ~ 60
8.5 剪力墙边缘构件.....	61
8.6 剪力墙配筋构造.....	62 ~ 63
9 其他.....	64 ~ 69

## 编制说明

### 1. 主要编制依据

建设部建质[2004]46号文"关于印发《二00四年国家建筑标准设计编制工作计划》的通知"

- 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068-2001 (简称可靠度标准)
- 《建筑抗震设防分类标准》GB 50223-2004 (简称设防分类标准)
- 《人民防空地下室设计规范》GB50038-94(2003年版) (简称人防规范)
- 《地下工程防水技术规范》GB50108-2001 (简称防水规范)
- 《建筑结构荷载规范》GB 50009-2001 (简称荷载规范)
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011-2001 (简称抗震规范)
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010-2002 (简称混凝土规范)
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2002 (简称高规)
- 《建筑工程设计文件编制深度规定》建质[2003]84号 (简称设计文件深度)
- 《施工图设计文件审查要点》[2003]2号 (简称审查要点)

### 2. 编制目的

根据现行的国家有关规范、规程,对民用建筑工程设计中由于设计人员的考虑不周和对规范、规程的理解不够全面,造成的一些不当做法和错误,以及在施工图设计文件审查中常出现的问题,进行汇总、整理、分析,并提出改进措施及依据,从而加强设计人员对规范及规程全面、准确的理解,避免类似错误的发生,合理和优化设计,提高设计质量。

### 3. 主要内容

本图集共分四册。第一册为工程设计管理、荷载与地震作用、地基与基础,第二册为砌体结构,第三册为混凝土结构,第四册为钢结构和空间网格结构。采用图文并茂及对照编排方式给出设计中工程技术人员容易混淆、容易忽视的问题及相关规定和改进措施示例。

本分册主要内容包括:混凝土结构的材料选用、结构布置、结构计算与分析、楼板、梁、柱、框架梁柱节点、剪力墙及其他等。

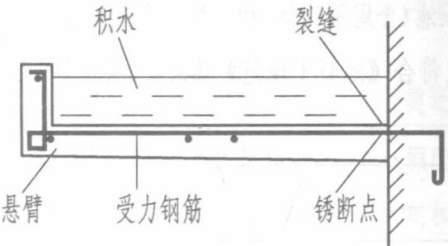
### 4. 适用范围

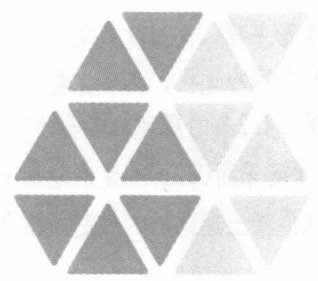
本图集适用于民用建筑或一般工业建筑工程设计,可供设计、审图、监理、施工和管理等部门的技术人员使用。

### 5. 使用说明

- 5.1 本图集所列常见问题是指不符合现行国家规范、规程或不够合理、不够完善的做法,改进措施是指根据规范、规程的规定采取的做法。
- 5.2 鉴于工程的具体情况,解决问题的措施不是唯一的,设计时应根据工程实际情况,注意避免本图集提出的"常见问题",采取合理的解决措施,不宜拘泥于本图集提供的改进方案。
- 5.3 使用本图集应严格执行国家现行标准、规范和规程的规定,如涉及地方标准,还应协调考虑。

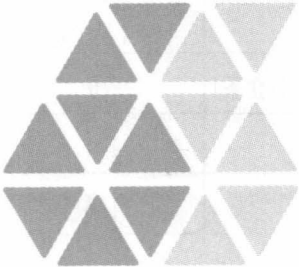
<b>目录、编制说明</b>					图集号	05SG109-3
审核	郁银泉	设计	汪洪涛	校对	李文扬	M2

序号	常见问题	改进措施
1.1	<p>耐久性要求</p> <p>1.1.1 结构设计时,对混凝土结构的耐久性要求不符合《混凝土规范》的规定。</p>  <p>图1.1.1 雨篷耐久性破坏示意图</p>	<p>原因分析:耐久性能是混凝土结构应当满足的基本性能之一,是结构在设计使用年限内正常而安全地工作的重要保证。</p> <p>结构设计时,仅保证混凝土的强度等级是不够的,仅防止混凝土的碱集料反应也是不够的。因为混凝土结构的耐久性能涉及钢筋和混凝土两大类问题。就混凝土而言,其耐久性不仅与碱集料反应有关,还与碳化、冻融、化学物质侵蚀、温度变化影响、机械作用、生物作用等因素有关;而钢筋的锈蚀,除受混凝土裂缝的影响外,与混凝土中氯离子含量有直接的关系。这也是《混凝土规范》GB50010第3.4.2条限制氯离子含量的原因。对处于室内正常环境的构件,在上述诸因素中,混凝土的碳化及钢筋的锈蚀可能是影响混凝土结构耐久性的最主要因素。</p> <p>此外,由于构件受力产生的裂缝易造成钢筋锈蚀,也是影响结构耐久性的主要因素。如室外雨篷在根部弯矩最大处混凝土常常开裂,如图1.1.1所示。积水和有害物质侵蚀及冻融、暴晒等反复作用,受力钢筋会严重锈蚀而削弱,甚至导致受力钢筋拉断、雨篷折断塌落。</p> <p>改进措施:《混凝土规范》规定,混凝土结构的耐久性设计应根据环境类别和设计使用年限进行。</p> <p>(1)混凝土结构设计使用年限为50年时,其耐久性要求应符合《混凝土规范》第3.4.2条的规定,即应保证混凝土的最低强度等级和最少水泥用量,限制混凝土的氯离子含量、碱含量和最大水灰比,同时还应保证不同类型的构件在不同混凝土强度等级和不同环境类别条件下的混凝土保护层厚度(详见《混凝土规范》第9.2.1条)。</p> <p>(2)当混凝土结构设计使用年限为100年时,其耐久性要求在《混凝土规范》第3.4节中有更严格的规定。</p> <p>(3)构件设计应满足《混凝土规范》第3.3节中关于裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值的要求。</p>



<p>混凝土结构</p> <p>材料选用</p> <p>审核 汪洪涛</p>	<p>耐久性要求</p> <p>张军 张震 张震 设计</p>	<p>图集号 05SG109-3</p> <p>页 1</p>
--	---------------------------------	---------------------------------

序号	常见问题	改进措施											
1.1.2	建筑物内有游泳池和大型浴室时，游泳池和浴室的环境类别划分不当。	<p><b>原因分析：</b>一般情况下，设计人员通常将±0.000以下的基础和构筑物以及室外露天构件等的环境类别，根据当地是否属于严寒和寒冷地区而划分为二b或二a类，±0.000以上结构的环境类别一般划分为一类，但忽略了建筑物内有游泳池和大型浴室的情况，游泳池(含周围构件)和浴室虽在±0.00以上，但处于潮湿的环境下，不属于室内正常环境，不应将其环境类别划分为一类。</p> <p><b>改进措施：</b>应根据《混凝土规范》GB50010第3.4.1条的规定，将游泳池(含周围构件)和大型浴室等处于潮湿环境下的结构构件的环境类别划分为二a类，并使其耐久性和保护层厚度应符合《混凝土规范》第3.4.2条和第9.2.1条关于二a类环境的要求。</p>											
1.2	<b>混凝土强度等级</b>												
1.2.1	结构设计时，与无侵蚀性的水或土壤直接接触的构件、露天环境下的构件，所采用的混凝土强度等级低于《混凝土规范》GB50010第3.4.2条的规定。	<p><b>原因分析：</b>结构设计时，设计人员应根据构件的重要性、受力特征(受弯、受压、抗震与非抗震、预应力与非预应力等)、设计使用年限、构件所处环境类别等因素，合理选用混凝土的强度等级。</p> <p>在通常情况下，混凝土的强度等级越高，其密实性越好，抗渗能力也越强，因而构件的承载能力和耐久性能也越好。就保证构件有必要的耐久性而言，《混凝土规范》GB50010第3.4.2条对设计使用年限为50年的结构混凝土根据不同环境类别的构件提出了最低混凝土强度等级的要求，设计时应遵照执行。</p> <p><b>改进措施：</b>(1)钢筋混凝土基础，包括墙下条形基础、柱下独立基础、柱下条形基础、高层建筑筏形基础、桩基础等，一般情况下，均属于与无侵蚀性水或土壤直接接触的构件，在非严寒和非寒冷地区，其环境类别属二a类。除了满足承载力要求，有地下室时还应满足抗渗要求。根据《混凝土规范》第3.4.2条的规定，当设计使用年限为50年时(以下同)，其混凝土强度等级不应低于C25，当有可靠工程经验时，也可采用C20。《建筑地基基础设计规范》GB50007规定，钢筋混凝土基础的混凝土强度等级不应低于C20，这与《混凝土规范》的规定，在原则上是一致的。</p>											
		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="971 1195 1089 1267">混凝土结构 材料选用</td> <td colspan="3" data-bbox="1089 1195 1615 1267" style="text-align: center;"><b>混凝土强度等级</b></td> <td data-bbox="1615 1195 1845 1267">图集号 05SG109-3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="971 1267 1089 1306">审核 汪洪涛</td> <td data-bbox="1089 1267 1183 1306">120101</td> <td data-bbox="1183 1267 1240 1306">校对 张军</td> <td data-bbox="1240 1267 1333 1306">张军</td> <td data-bbox="1333 1267 1615 1306">设计 张震 张震</td> <td data-bbox="1615 1267 1845 1306">页 2</td> </tr> </table>	混凝土结构 材料选用	<b>混凝土强度等级</b>			图集号 05SG109-3	审核 汪洪涛	120101	校对 张军	张军	设计 张震 张震	页 2
混凝土结构 材料选用	<b>混凝土强度等级</b>			图集号 05SG109-3									
审核 汪洪涛	120101	校对 张军	张军	设计 张震 张震	页 2								

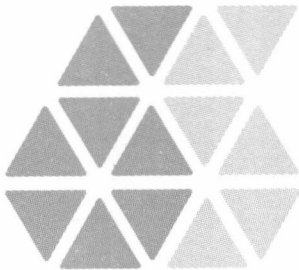
序号	常见问题	改进措施
	续页	<p>在严寒和寒冷地区，钢筋混凝土基础与无侵蚀性的水或土壤直接接触，由于会发生冻融循环，其环境类别属二b类，《混凝土规范》规定其混凝土强度等级不应低于C30，当有可靠工程经验时，也可采用C25。</p> <p>(2) 室外露天环境下的构件，如雨篷、遮阳板等，受大气及雨雪的交替作用，在非严寒和非寒冷地区，其环境类别属二a类；在严寒和寒冷地区，其环境类别属二b类，应根据《混凝土规范》第3.4.2条的规定，选用其混凝土强度等级。</p> <p>(3) 消防水池等类构筑物，迎水面直接与无侵蚀性水接触，也应根据是否会发生冻融，判定其环境类别是二b类还是二a类，并按《混凝土规范》的规定，确定其最低混凝土强度等级。</p>
11.2.2	结构设计时，未合理选用现浇楼(屋)面板的混凝土强度等级和钢筋强度等级。 	<p>原因分析：楼(屋)面板是长、宽两个方向尺寸很大、厚度方向尺寸相对较小、主要承受垂直于板面的荷载(永久荷载和活荷载)、以受弯为主的板类构件。</p> <p>为了保证板类构件安全可靠地工作，《混凝土规范》GB50010既规定了板的最低混凝土强度等级为C20，也规定了其纵向受力钢筋的最小配筋率为<math>\rho_{\min}=0.45f_t/f_y</math>且不小于0.20%。</p> <p>由于现浇楼(屋)面板通常与墙、梁相连并整浇，当混凝土收缩和温度变化时，其约束拉应力可能超过混凝土的抗拉强度而发生裂缝，因而其混凝土强度等级也不宜过高。混凝土强度等级的提高，对常用厚度的板类构件受弯承载力的提高贡献很小，故对这类构件的混凝土强度等级不宜选得过高。</p> <p>从规范对板类构件的最小配筋率规定可知，配筋率随混凝土强度等级的提高而增大，随钢筋强度等级的提高而降低，详见表1.2.2-1。</p> <p>改进措施：适宜的混凝土强度等级为C20~C30，不宜超过C35。过高的混凝土强度等级，会增加楼板因温度变化和收缩引起裂缝的可能性，此外，当板类构件的配筋为最小配筋率时，会使配筋量增加，不合理也不经济，特别是采用HPB235级钢筋时更为明显。</p> <p>关于钢筋的选用，衡量其经济性的不是钢筋的实际价格，而是它的强度价格比，即每元钱可购得的单位钢筋</p>

混凝土结构	混凝土强度等级					图集号	05SG109-3
材料选用						审核	汪洪涛
						页	3

序号	常见问题	改进措施																																																								
	续页	<p>的强度。常用钢筋的强度价格比见表1.2.2-2。由此表可见在设计中宜采用HRB400级钢筋。</p> <p>强度价格比高的钢筋经济性较好，不仅可以减少配筋率，从而减少配筋量，方便施工，而且还减少了钢筋在加工、运输和施工等方面的各项附加费用。所以，就钢筋的强度价格比(经济性)而言，板类构件的受力钢筋，不宜采用HPB235级钢筋，宜采用HRB335级钢筋或HRB400级钢筋。这两类钢筋除强度高外，延性及锚固性能也很好，不必象HPB235级钢筋那样锚固时末端还要加弯钩。当然，采用这两种钢筋做板的受力钢筋时，对大跨度板应保证正常使用状态下最大裂缝宽度及挠度符合要求。</p> <p style="text-align: center;">表1.2.2-1 板类受弯构件受拉钢筋的最小配筋率(%)</p> <table border="1" data-bbox="615 485 1568 790"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">混凝土</th> <th colspan="2">强度等级</th> <th>C20</th> <th>C25</th> <th>C30</th> <th>C35</th> </tr> <tr> <th colspan="2"><math>f_c</math> (N/mm<sup>2</sup>)</th> <td>1.10</td> <td>1.27</td> <td>1.43</td> <td>1.57</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">钢筋</th> <th>HPB235级</th> <td>210</td> <td>0.24</td> <td>0.27</td> <td>0.31</td> <td>0.34</td> </tr> <tr> <th rowspan="2"><math>f_y</math> (N/mm<sup>2</sup>)</th> <th>HRB335级</th> <td>300</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>0.21</td> <td>0.24</td> </tr> <tr> <th>HRB400级</th> <td>360</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表1.2.2-2 各种钢筋的强度价格比</p> <table border="1" data-bbox="615 858 1722 1133"> <thead> <tr> <th colspan="2">钢筋种类</th> <th>强度标准值 (MPa)</th> <th>强度设计值 (MPa)</th> <th>钢筋价格</th> <th>设计强度价格比 (MPa Kg/元)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">热轧 钢筋</td> <td>HPB235级 (Φ)</td> <td>235</td> <td>210</td> <td>3020元/t(Φ6.5、8、10盘条)</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>HRB335级 (Φ)</td> <td>335</td> <td>300</td> <td>2980元/t(Φ12、14)</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>HRB400级 (Φ)</td> <td>400</td> <td>360</td> <td>3100元/t(Φ12、14)</td> <td>116</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">注：钢筋价格系根据2005年11月24日北京市的市场价格。</p>	混凝土		强度等级		C20	C25	C30	C35	$f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )		1.10	1.27	1.43	1.57	钢筋	HPB235级	210	0.24	0.27	0.31	0.34	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	HRB335级	300	0.20	0.20	0.21	0.24	HRB400级	360	0.20	0.20	0.20	0.20	钢筋种类		强度标准值 (MPa)	强度设计值 (MPa)	钢筋价格	设计强度价格比 (MPa Kg/元)	热轧 钢筋	HPB235级 (Φ)	235	210	3020元/t(Φ6.5、8、10盘条)	70	HRB335级 (Φ)	335	300	2980元/t(Φ12、14)	101	HRB400级 (Φ)	400	360	3100元/t(Φ12、14)	116
混凝土		强度等级			C20	C25	C30	C35																																																		
		$f_c$ (N/mm <sup>2</sup> )		1.10	1.27	1.43	1.57																																																			
钢筋	HPB235级	210	0.24	0.27	0.31	0.34																																																				
	$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	HRB335级	300	0.20	0.20	0.21	0.24																																																			
		HRB400级	360	0.20	0.20	0.20	0.20																																																			
钢筋种类		强度标准值 (MPa)	强度设计值 (MPa)	钢筋价格	设计强度价格比 (MPa Kg/元)																																																					
热轧 钢筋	HPB235级 (Φ)	235	210	3020元/t(Φ6.5、8、10盘条)	70																																																					
	HRB335级 (Φ)	335	300	2980元/t(Φ12、14)	101																																																					
	HRB400级 (Φ)	400	360	3100元/t(Φ12、14)	116																																																					

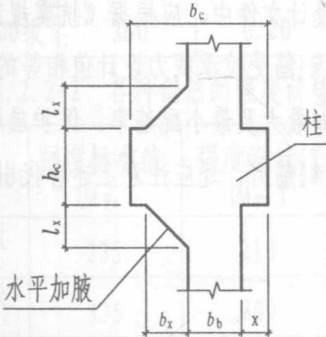
1-4013228	混凝土	混凝土结构 材料选用	<b>混凝土强度等级</b>				图集号	05SG109-3
		审核 汪洪涛	1577 校对 张军	设计 张震	张震	页	4	

序号	常见问题	改进措施
1.3	钢筋选用和代换	
1.3.1	设计抗震等级为一、二级的钢筋混凝土框架时，未对普通纵向受力钢筋的力学性能提出要求。	<p><b>原因分析:</b>《抗震规范》GB50011规定了普通纵向受力钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值最小值，是为了保证当构件某个部位出现塑性铰后，塑性铰处有足够的转动能力和耗能能力；规定钢筋的屈服强度实测值与强度标准值的比值最大值，则是为了有利于实现强柱弱梁、强剪弱弯这一抗震设计原则。</p> <p><b>改进措施:</b>结构设计时，在结构设计文件中（一般是在结构设计总说明中），应根据《抗震规范》第3.9.2条的规定，明确要求抗震等级为一、二级的框架，其普通纵向受力钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25；屈服强度实测值与强度标准值的比值不应大于1.30。</p>
1.3.2	抗震设计时，未对主体结构中纵向受力钢筋的替代原则做出规定。	<p><b>原因分析:</b>如果不规定主体结构纵向受力钢筋的替代原则，常会使替代后的纵向受力钢筋的总承载力设计值大于原设计的纵向受力钢筋的总承载力设计值，从而可能造成构件抗震薄弱部位转移，也可能造成构件在受其影响的部位发生混凝土脆性破坏（混凝土压碎、构件剪切破坏等）。</p> <p><b>改进措施:</b>在结构设计文件中，应根据《抗震规范》GB50011第3.9.4条的规定，明确要求主体结构纵向钢筋受力钢筋替代时，应按照钢筋受拉承载力设计值相等的原则换算，并应满足正常使用极限状态（如挠度、裂缝宽度验算等）和抗震构造措施（如最大及最小配筋率、保护层厚度、钢筋间距等）的要求，特别是以强度等级较高的钢筋替代原设计中的纵向受力钢筋时，还应注意上述替代引起钢筋延性（强屈比、塑性设计条件等）变化的影响。</p>

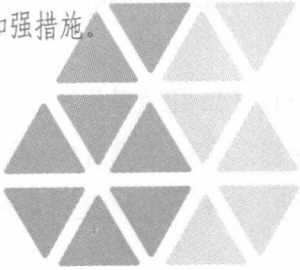


混凝土结构		钢筋选用及代换				图集号	05SG109-3			
材料选用						审核	汪洪涛	校对	张军	设计


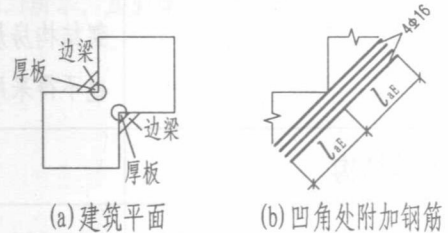


序号	常见问题	改进措施
2.1	结构体系及构件布置	
2.1.1	框架梁、柱中心线宜重合，而当梁、柱中心线偏心距大于柱截面该方向宽度的1/4时，未采取任何措施。	<p>原因分析：框架梁、柱中心线不重合，会使框架柱和梁柱节点受力性能恶化。当框架梁、柱中心线偏心距大于柱截面该方向宽度的1/4时，在水平地震力作用下的节点核心区不仅出现斜裂缝，而且梁下方柱内还有竖向劈裂裂缝产生。</p> <p>改进措施：最常采用的措施是框架梁水平加腋，如图2.1.1所示。加腋厚度可取梁截面高度，平面尺寸则宜符合《高规》JGJ3第6.1.3条的规定：</p> $b_x / l_x \leq 1/2$ $b_x / b_b \leq 2/3$ $b_x + b_b + x \geq b_c / 2$ <p>框架梁加腋后，可以明显改善框架梁、柱节点承受反复荷载的能力。</p>  <p>图2.1.1 框架梁水平加腋示意图</p>

6-01/02/03	混凝土结构 结构布置 审核 汪洪涛 张军 张军 设计 张同亿 张震	结构体系及构件布置 校对 张军 张军 设计 张同亿 张震	图集号 05SG109-3 页 6
------------	---	---------------------------------	----------------------

序号	常见问题	改进措施
2.1.2	框架结构抗震设计时,采用框架和部分砌体墙混合承重的形式。	<p><b>原因分析:</b> 框架结构和砌体结构是两种截然不同的结构体系,结构材料性质完全不同(前者可以认为是延性材料,后者为脆性材料),其抗侧力刚度、变形能力等相差亦很大,在地震作用下不能协同工作。震害表明,如果将它们在同一建筑中混合使用,地震发生时,抗侧力刚度远大于框架的砌体墙会首先遭到破坏,导致框架的内力急剧增加,然后导致框架破坏甚至倒塌。</p> <p><b>改进措施:</b> 按《高规》JGJ3第6.1.6条的规定: 在地震区,不应采用框架和砌体墙混合承重的形式。例如,不仅框架结构房屋不得采用部分砌体墙承重,框架结构中的楼电梯间、局部突出屋顶的电梯机房、楼梯间、水箱间等,也不得采用砌体墙承重,而应采用框架承重,另设非承重填充墙。</p>
2.2	<b>楼(屋)盖结构</b>	
2.2.1	<p>高层建筑抗震设计时,楼板应避免开大洞口或有较大凹入;当楼板开有大洞口或有较大凹入而使结构成为平面不规则的结构时,未对被削弱的楼板或容易产生应力集中部位采取加强措施。</p> 	<p><b>原因分析:</b> 为了保证楼板在平面内有足够大的刚度,也为了防止或减轻建筑物各部分之间振动不同步,限制结构的扭转效应,在结构平面布置时,应尽量使平面简单、规则、对称,避免楼板有较大的外伸或凹入,避免在楼板上开大洞。当楼板有较大的凹入或开有大面积洞口时,除了会使楼板平面内的刚度减弱外,还会使凹入或洞口处与相邻部位间的连接变弱,此外凹入处也容易产生应力集中,地震时常会在这些部位产生较严重的震害。</p> <p>由于建筑功能的要求,当楼板有较大的凹入或开有较大洞口而使结构成为平面不规则结构时,除了在结构整体计算时,采用考虑楼板平面内变形影响的计算方法外,尚应采取相应的加强措施。</p> <p><b>改进措施:</b> 楼板有较大的凹入时的加强措施主要有:</p> <p>(1) 设置拉梁,如图2.2.1-1所示;也可设置拉板,板厚取200~300mm,按暗梁的配筋方式配筋。拉梁、拉板内纵向钢筋的配筋率不宜小于1.0%,纵向受拉钢筋不得搭接,在支座内的锚固长度为<math>l_{aE}</math>。</p> <p>(2) 设置阳台板或不上人的外挑板,如图2.2.1-1所示,板厚不宜小于180mm,双层双向配筋,每层、每向配筋率不</p>

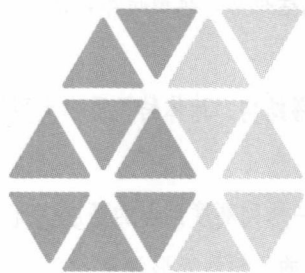
混凝土结构	<b>楼(屋)盖结构</b>		图集号 05SG109-3
结构布置			审核 汪洪涛 (王) 校对 张军 设计 张同亿 张

序号	常见问题	改进措施
续页		<p>宜少于0.25%，并按受拉钢筋锚固在支座内。(3)凹角部位增配斜向钢筋，如图2.2.1-2所示。</p> <p>楼板开有大洞口时的加强措施主要有：(1)加厚洞口附近的楼板，双层双向配筋，每层、每向配筋率不宜少于0.25%；在洞口角部集中配置斜向钢筋，如图2.2.1-2所示；(2)在洞口边缘设置边梁或暗梁，暗梁宽度可取板厚的2倍，纵向钢筋配筋率不宜小于1.0%。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>图2.2.1-1 井字形平面建筑的加强</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 建筑平面 (b) 凹角处附加钢筋</p> <p>图2.2.1-2 凹角部位楼板的加强</p> </div> </div>

2.3	<b>变形缝及后浇带设置</b>	
2.3.1	<p>建筑物的结构单元长度过长或宽度较宽(超过规范规定的伸缩缝最大间距较多)时，除设置后浇带外，未采取其他可靠措施。</p>	<p><b>原因分析：</b>温度变化和混凝土收缩会使混凝土结构产生裂缝。为了把这种裂缝控制在规范允许的范围内，使裂缝不致影响结构的正常使用和耐久性，《混凝土规范》GB50010在借鉴国外规范的基础上，根据我国的具体情况和工程经验，对各类结构伸缩缝的最大间距作出了限制。</p> <p>在建筑产品商品化的大趋势下，通过设置伸缩缝把过长过宽的建筑物分成较小的独立结构单元，显然是必要的。但在工程设计中，常常由于建筑功能的需要、抗震的要求，以及其他原因，不得不把建筑物的结构单元长度或宽度加大，超过了规范的最大伸缩缝间距。《混凝土规范》第9.1.3条指出，当有“充分依据和可靠措施”时，可适当增大建筑物伸缩缝的间距。</p>

混凝土结构		<b>变形缝及后浇带设置</b>			图集号 05SG109-3
结构布置		审核 汪洪涛 王洪涛 校对 张军 张军 设计 张同亿 张同亿			页 8

序号	常见问题	改进措施
续页		<p>要注意的是，这里所指的“充分依据和可靠措施”不应仅理解为已建成的工程这么做了，而应进行必要的全面分析，决定应采取的措施。因为已建成的工程即使不出现裂缝问题，也并不说明照此办法做的其他工程也不会出现问题。</p> <p><b>改进措施：</b>设置后浇带无疑是减小混凝土收缩效应的重要措施之一，但决不应将后浇带等同于伸缩缝或用后浇带代替伸缩缝，因为两者的作用完全不同。</p> <p>关于增大建筑物伸缩缝间距的措施，除了设置后浇带外，其他主要措施是：采用收缩小的水泥、减少水泥用量和水灰比、保湿养护，采用膨胀剂补偿混凝土收缩、局部加强配筋、施加预应力、加强保温隔热措施、设置滑移层解除约束、在建筑物顶部留局部伸缩缝(如音叉式伸缩缝)，如图2.3.1所示。</p> <p>结构工程师应根据工程的具体情况，灵活而有针对性的采用上述措施。</p> <div data-bbox="928 651 1191 1077" data-label="Diagram"> </div> <p>图 2.3.1 屋顶层局部伸缩缝示意图</p>



内容并翼刊 混凝土结构 结构布置 审核 汪洪涛	<b>变形缝及后浇带设置</b> 校对 张军 设计 张同亿 张军 张同亿	图集号 05SG109-3 页 9

序号	常见问题	改进措施
3.1	计算书内容	
3.1.1	<p>结构设计计算书内容不全，是工程设计中不同程度存在的较为普遍的问题。</p>	<p><b>原因分析：</b>结构设计计算书内容不全是工程设计中不同程度存在的较为普遍的问题，应引起结构工程师们的注意。</p> <p>由于结构计算在结构设计中的重要性，所以就有必要对结构设计计算书的内容提出最基本的要求。</p> <p><b>改进措施：</b>一般情况下，较完整的钢筋混凝土结构设计计算书主要应包括以下内容：</p> <p>(1) 用电算程序计算时，应注明所采用的计算程序名称、代号、版本及编制单位，计算程序必须经过有效审定（或鉴定），电算结果应经分析认可。</p> <p>(2) 混凝土结构电算计算书应包括：总体信息输入，结构简图，荷载简图，配筋简图，墙、柱底部截面内力简图及D+L计算结果简图，楼层侧向刚度比，重力二阶效应验算，结构整体稳定验算，楼层受剪承载力比，周期及周期比，地震作用振型，楼层地震剪力系数，框架-剪力墙结构及框架-筒体结构框架部分承受的地震倾覆力矩比，地震有效质量系数，总地震剪力，楼层位移及位移比，墙、柱轴压比，框架柱的计算长度系数及超筋超限信息等；</p> <p>(3) 建筑装修荷载等电算程序无法完成的荷载计算书；大跨度梁、板构件挠度及裂缝最大宽度计算书，电算程序无法完成的某些受力构件的计算书；补充构件计算书时，应提供构件平面布置简图和计算简图，并注明计算图表或不常用公式的来源；</p> <p>(4) 地基承载力计算、地基变形计算（规范有要求时）、基础计算（包括抗弯、抗剪抗冲切计算、人防结构计算、规范要求的抗震验算及必要时的抗浮验算）；</p> <p>(5) 复杂结构（包括带转换层的结构、带加强层的结构、错层结构、多塔结构、连体结构及中大型影剧院、体育场馆等）应提供不少于2个不同力学模型程序的计算书；</p> <p>(6) 特别不规则的建筑、甲类建筑、《抗震规范》GB50011表5.1.2-1中所列高度范围的高层建筑，应补充时程分析的计算书；《抗震规范》第5.5.2条所列的结构应进行罕遇地震作用下的弹塑性变形验算；</p>

	混凝土结构	计算书内容				图集号	05SG109-3
	结构计算与分析					审核 汪洪涛	校对 张军

序号	常见问题	改进措施															
	续页	<p>(7)高层建筑中的转换层、加强层、连体结构的连接体等,宜补充结构局部的有限元分析计算书;</p> <p>(8)所有的结构计算书均应校审,并由设计、校对、审核人在计算书封面上签字;所有计算书均应装订成册。</p>															
3.2	计算程序及计算模型																
3.2.1	<p>结构计算简图与施工图不完全相符,未做必要的调整和补充计算复核。</p> 	<p><b>原因分析:</b> 结构计算简图与施工图相符,这是结构设计最重要的原则之一,也是对结构工程师最基本的要求,详见《抗震规范》GB50011第3.6.6条规定。</p> <p>结构计算简图与施工图不完全相符,主要发生在地下室和标准层以下各层,屋顶层和其他楼层有时也会发生。这种不完全相符主要表现在:(1)有的剪力墙平面位置及洞口尺寸不符;(2)有的剪力墙洞口数量不符;(3)构件断面尺寸或混凝土强度等级不符;(4)个别部位梁、柱布置不一致。</p> <p><b>改进措施:</b> 为了避免或减少结构计算简图与施工图不完全相符的情况发生,从方案设计阶段开始,初步设计阶段、施工图设计阶段,结构工程师均应同建筑师、设备工程师密切配合,使结构设计既满足建筑功能的需要,又符合结构设计的最基本的要求,例如结构的规则性要求,抗震设计要求等。</p> <p>在施工图设计开始时,结构工程师进行结构整体计算前,应将结构计算简图与建筑平、立面图、设备布置图逐一核对和确认,使结构计算简图同实际施工图一致。这样才能使计算结果具有真实性,从而保证结构设计的正确性。</p> <p>当然,在施工图设计过程中,因建筑或设备专业的要求,结构布置做些微调也是可能的,但一定要通过补充计算复核加以妥善处理。</p>															
		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="960 1201 1088 1234">混凝土结构</td> <td colspan="3" data-bbox="1088 1201 1605 1234" rowspan="2" style="text-align: center;"><b>计算程序及计算模型</b></td> <td data-bbox="1605 1201 1845 1234">图集号</td> <td data-bbox="1714 1229 1815 1254">05SG109-3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="960 1234 1088 1267">结构计算与分析</td> <td data-bbox="1605 1234 1845 1267">页</td> <td data-bbox="1755 1284 1782 1308">11</td> </tr> <tr> <td data-bbox="960 1267 1088 1315">审核 汪洪涛</td> <td data-bbox="1088 1267 1219 1315">校对 张军</td> <td data-bbox="1219 1267 1350 1315">设计 张同亿</td> <td data-bbox="1350 1267 1605 1315"></td> <td data-bbox="1605 1267 1845 1315"></td> <td data-bbox="1714 1284 1815 1308"></td> </tr> </table>	混凝土结构	<b>计算程序及计算模型</b>			图集号	05SG109-3	结构计算与分析	页	11	审核 汪洪涛	校对 张军	设计 张同亿			
混凝土结构	<b>计算程序及计算模型</b>						图集号	05SG109-3									
结构计算与分析				页	11												
审核 汪洪涛	校对 张军	设计 张同亿															

序号	常见问题	原因分析	改进措施	图集号
3.2.2	<p>高层建筑结构整体计算时，未合理假定楼板的刚度。</p>	<p>原因分析：结构整体计算时，楼板刚度的合理假定是一个很重要的问题，它不仅影响结构的计算效率，更重要的是它直接决定了计算结果的精度、可靠性和与楼板实际受力的符合程度。</p>	<p>改进措施：在工程设计时，应根据《抗震规范》GB50011和《高规》JGJ3的规定，对楼板形状比较规则的普通工程，采用楼板在平面内无限刚、平面外刚度为零的刚性楼板假定；对楼板形状复杂的工程，如有效宽度较窄的环形楼板、有大开洞的楼板、有狭长外伸段的楼板、局部变窄形成薄弱连接部位的楼板、连体结构的狭长连接体楼板等，则应采用符合楼板平面内实际刚度的假定。对于这些形状复杂的楼板，由于楼板平面内刚度有较大削弱且不均匀，楼板平面内的变形会使楼层内抗侧力刚度较小的构件的位移和内力加大，再采用刚性楼板假定就不能保证这些构件的计算结果的可靠性。</p> <p>应特别指出，在采用符合楼板实际刚度的假定进行结构整体计算时，应补充计算结构在刚性楼板假定下的位移比（楼层最大位移和楼层层间位移之比）、周期比（扭转为主的自振第一周期与平动为主的自振第一周期之比）和楼层侧向刚度比。</p>	
3.2.3	<p>抗震设计的多层框架结构采用独立基础，在室外地面以下靠近地面处设置拉梁层时，结构整体计算模型选取不当。</p>	<p>原因分析：室外地面以下靠近地面处设置拉梁的多层框架结构，在进行整体抗震计算时，仅假定上部结构嵌固在拉梁顶面处进行一次性整体计算。这种计算方法虽然可以使底层柱在拉梁顶面以上的配筋较为合理，但拉梁层以下基础顶面以上框架柱的配筋、底层顶板框架梁的配筋以及底层拉梁的配筋就未必合理。因为，柱的真正嵌固在基础顶面。</p>	<p>改进措施：应再补充一次结构整体计算。其方法是，仍将拉梁层设置为一层，将上部结构嵌固于基础顶面进行计算。多层框架结构设置室外地面附近的拉梁层后，回填土会有一定的约束作用，但与真正的地下室有很大的区别，回填土的相对刚度比取多少合适，影响因素很多，很难定量确定。回填土的相对刚度比取值大了，会使拉梁及底</p>	
		混凝土结构 结构计算与分析 审核 汪洪涛	计算程序及计算模型 校对 张军 张军 设计 张同亿 张同亿	图集号 05SG109-3 页 12

序号	常见问题	改进措施										
	续页	<p>层顶板框架梁的配筋偏少,反之,又会使框架柱的配筋偏少。所以,框架梁(含拉梁)和柱的最终配筋宜取上述两次计算结果中的较大值。</p> <p>多层框架结构设置拉梁在基础顶面以上时,应定义拉梁层楼板全房间开洞,并采用弹性楼板总刚分析;拉梁的抗震构造措施应符合框架梁的要求,不设箍筋加密区或箍筋直径不符等,都是不正确的。整体计算时也不能遗漏拉梁上可能存在的填充墙等荷载。</p>										
3.2.4	<p>底部带转换层的高层建筑结构,未正确计算转换层上部结构与下部结构的侧向刚度比。</p> 	<p>原因分析:底部带转换层的高层建筑结构,由于竖向抗侧力构件不连续,转换层上部结构与下部结构的侧向刚度会发生突变,为了防止落地剪力墙过早的开裂和破坏,必须对这种刚度突变加以限制。因此《高规》JGJ3要求底部带转换层的高层建筑结构,其转换层上部结构与下部结构的侧向刚度比及其限值应正确计算并应符合该规程附录E的规定。</p> <p>改进措施:对于底部带转换层的高层建筑结构,转换层上部结构与下部结构的侧向刚度比应采用以下方法计算:</p> <p>(1)底部大空间为1层时,采用“等效剪切刚度法”来计算转换层上、下层结构的刚度比<math>\gamma</math>。<math>\gamma</math>宜接近1,非抗震设计时不应大于3,抗震设计时不应大于2。<math>\gamma</math>可按下式计算:</p> $\gamma = \frac{G_2 A_2}{G_1 A_1} \times \frac{h_1}{h_2}$ <p>式中,各符号的意义见《高规》附录E。</p> <p>(2)底部大空间层数大于1层时,采用“等效侧向刚度法”来计算转换层上、下层结构的刚度比<math>\gamma_e</math>。<math>\gamma_e</math>宜接近1,非抗震设计时不应大于2,抗震设计时不应大于1.3。<math>\gamma_e</math>可按下式计算:</p> $\gamma_e = \frac{\Delta_1 H_1}{\Delta_2 H_2}$										
		<table border="1"> <tr> <td data-bbox="956 1215 1084 1285">混凝土结构 结构计算与分析</td> <td colspan="2" data-bbox="1084 1215 1602 1285" rowspan="2" style="text-align: center;">计算程序及计算模型</td> <td data-bbox="1602 1215 1677 1285">图集号</td> <td data-bbox="1677 1215 1836 1285">05SG109-3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="956 1285 1084 1325">审核 汪洪涛</td> <td data-bbox="1084 1285 1290 1325">校对 张军</td> <td data-bbox="1290 1285 1602 1325">设计 张同亿</td> <td data-bbox="1602 1285 1677 1325">页</td> <td data-bbox="1677 1285 1836 1325">13</td> </tr> </table>	混凝土结构 结构计算与分析	计算程序及计算模型		图集号	05SG109-3	审核 汪洪涛	校对 张军	设计 张同亿	页	13
混凝土结构 结构计算与分析	计算程序及计算模型		图集号			05SG109-3						
审核 汪洪涛			校对 张军	设计 张同亿	页	13						



序号	常见问题	改进措施
----	------	------

续页

式中,各符号的意义见《高规》附录E。

要注意的是,  $H_1$  和  $H_2$  不能取错了。  $H_1$  为转换层及其下部结构(计算模型1)的高度,如图3.2.4(a)所示;当上部结构嵌固于地下室顶板时,取地下室顶板至转换层结构顶面的高度;  $H_2$  为转换层上部若干层结构(计算模型2)的高度,如图3.2.4(b)所示,其值应等于或接近计算模型1的高度  $H_1$ , 且不大于  $H_1$ 。

(3)当转换层设置在3层及3层以上时,除了采用“等效侧向刚度法”来计算转换层上下层结构的刚度外,还应按照“层剪力与层间位移之比”的方法计算,并使转换层本层的侧向刚度不应小于转换层相邻上一层侧向刚度的60%。当底部大空间层数为2层或1层时,该控制值可取50%。

此外,转换层是楼层竖向抗侧力构件不连续的薄弱层,不管程序判断转换层是否满足上述刚度比要求,都应将转换层设置为薄弱层进行计算。

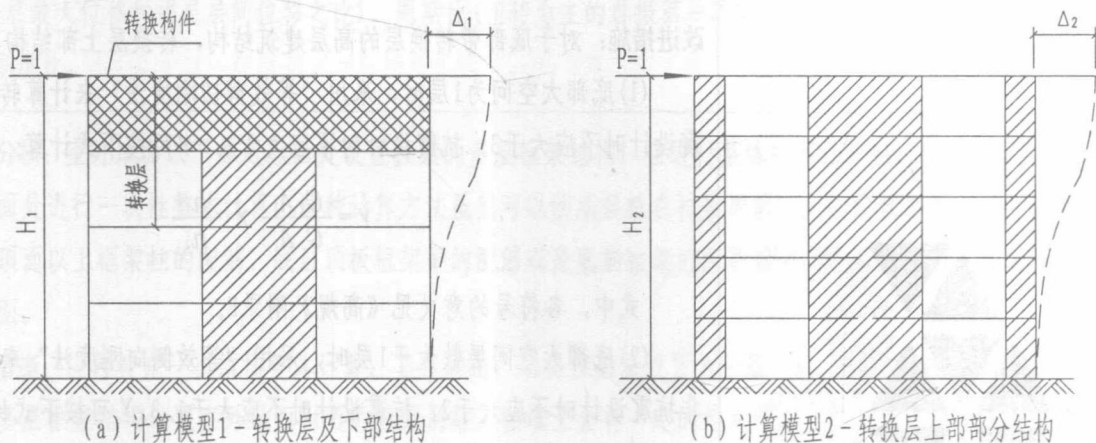


图3.2.4 转换层上、下等效侧向刚度计算模型

1-0313220	混凝土结构 结构计算与分析 审核 汪洪涛 12月16日 校对 张军 张奇 设计 张同亿 张同亿	计算程序及计算模型	图集号 05SG109-3 页 14
-----------	---	-----------	-----------------------