

钢筋混凝土工程

施工技术措施

GANGJINHUANNINGTU GONGCHENG SHI GONGJISHUCUOSHI

◆北京土木建筑学会 编



经济科学出版社

钢筋混凝土工程施工 技术措施

北京土木建筑学会 编

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋混凝土工程施工技术措施 / 北京土木建筑学会
编. —北京: 经济科学出版社, 2005.6
(建筑工程施工技术措施系列丛书)

ISBN 7-5058-4998-0

I. 钢... II. 北... III. 钢筋混凝土-建筑工程-
工程施工-技术措施 IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 054080 号

责任编辑: 张 力 杨秀华

责任校对: 董蔚挺

技术编辑: 董永亭

钢筋混凝土工程施工技术措施

北京土木建筑学会 编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100036

总编部电话: 88191217 发行电话: 88191109

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

北京义飞福利印刷厂印装

787×1092 16开 29.00印张 550千字

2005年6月第一版 2005年6月第一次印刷

印数: 0001—5000册

ISBN 7-5058-4998-0/F·4270 定价: 50.00元

(图书出现印装问题 本社负责调换)

(版权所有 翻印必究 封面无防伪标均非正版)

本册编委会成员

主编单位：北京土木建筑学会

主 编：李大龙

编写人员：(以姓氏汉语拼音为序)

卞国祥	曹 力	曹天霞	常春葆	常东周	陈安德	陈奉梅	仇晓君
丁志强	窦汉安	冯乃谦	冯永红	傅沛兴	高家驹	高文光	葛兆明
关若飞	郝文朝	黄安丽	黄昌前	黄沛成	黄书荣	黄煜镔	江声述
姜雪岐	焦楚杰	金万成	瞿启忠	李光中	李茂生	李瑞华	李伟文
李 扬	李友强	李玉琳	李 云	李 政	廉慧珍	梁国臣	梁 伟
林李山	林力勳	林能文	林伟雄	刘佩衡	刘 伟	路来军	罗启北
欧阳东	庞立刚	彭孝雄	钱大行	邱玉深	屈志中	饶 静	任乐民
石光明	史 迅	孙修艾	覃维祖	唐建国	田传浩	汪文忠	汪永剑
汪仲琦	王宝根	王彬贵	王登高	王 罡	王 赫	王一飞	王永福
王振铎	王子明	魏 民	邬建华	吴光建	伍崇明	武海蔚	武铁明
席亚煜	向 超	向继辉	肖绪文	谢仁禄	徐 浩	徐建标	徐湘生
徐至钧	薛 峰	闫 伟	颜家露	杨加祥	杨家明	杨医博	杨 勇
杨中源	曾志献	张长民	张从思	张德榆	张光辉	张国勳	张培建
张温浩	赵巨海	赵茂海	赵 鹏	赵文俊	钟善桐	钟 声	周福祥
周光毅	朱华超	朱学农	祝志明	邹代灵			

(由于部分作者地址变动，未能支付稿酬，敬请谅解，并请作者及时与出版社联系)

前 言

20世纪90年代以来,建筑技术发展方兴未艾,新技术、新工艺、新材料、新机具设备和新的技术管理经验层出不穷;特别是在地基与基础、墙体、钢筋混凝土、预应力混凝土、钢结构、防水、装饰装修等方面发展迅速,使建筑施工技术有了很大的进步和创新;同时为适应新形势,国家对设计规范、施工验收规范、规程以及各种技术标准等进行了全面修订和制定,并陆续颁布执行。在此情况下,为了更好地应用新规范,推广新技术,解决新问题,编写了这套“建筑工程施工技术措施”系列丛书,以满足当前工程施工实际的迫切需要。

“建筑工程施工技术措施”系列丛书取材于全国各地近十年期间建造各类建(构)筑物共760个工程实例,集中收录了在建筑施工中的新结构、新材料、新工艺和新技术,是当今我国建筑施工最高技术水平的体现,并展示了施工技术现代化所取得的科技进步。本书可帮助工程技术人员开阔眼界、增长知识、丰富经验,提高分析问题和解决问题的能力,并可供工程技术人员日常工作、学习用书和相关专业人员参考。

本丛书分为六分册,即《地基与基础工程施工技术措施》、《钢筋混凝土工程施工技术措施》、《模板与脚手架工程施工技术措施》、《钢结构工程施工技术措施》、《建筑装饰装修工程施工技术措施》以及《防水工程施工技术措施》。

其中《钢筋混凝土工程施工技术措施》一书主要讲述了近年来我国在现浇钢筋混凝土建筑结构施工方面所取得的综合经济效益。包括混凝土原材料和主要技术性能、普通混凝土和有特殊要求的混凝土配合比设计与施工、掺外加剂混凝土配合比设计与施工、混凝土搅拌及运输、混凝土浇筑、混凝土养护、混凝土工程质量验收及缺陷防治、混凝土冬期施工及安全技术等。

在本丛书的编写和审稿过程中,参阅了一些资料和书籍,并得到各省市建筑公司的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢,由于我们水平有限,加上时间仓促,书中缺点在所难免,恳切希望读者提出宝贵意见。

编者

2005年5月

目 录

第 1 章 绪论	1
1-1 混凝土结构发展简介	1
1-2 混凝土结构分类	2
第 2 章 混凝土外加剂	8
2-1 缓凝型泵送剂	8
2-2 硫铝酸钙类膨胀剂	11
2-3 新型蜜胺流化剂	14
2-4 HSM - VI 混凝土高效防冻剂	16
2-5 脂肪族磺酸盐高效减水剂	20
2-6 高层建筑混凝土工程的双掺技术	24
第 3 章 混凝土掺合料	27
3-1 聚丙烯纤维在混凝土中的应用技术	27
3-2 转换层混凝土施工中聚丙烯防裂纤维的应用技术	29
3-3 聚丙烯纤维在大体积混凝土裂缝控制中的应用技术	31
3-4 杜拉纤维在大面积底板混凝土工程中的应用技术	32
第 4 章 高性能混凝土	36
4-1 高性能混凝土的发展与应用技术	36
4-2 高性能混凝土的性能影响和设计要点	46
4-3 C100 高性能混凝土施工技术	49
4-4 高性能混凝土在钢管混凝土结构中的应用技术	53
4-5 C50 高性能混凝土在大体积工程中的应用技术	56
4-6 高性能混凝土在超高层建筑施工中的应用	59
4-7 高性能自密实混凝土的应用技术	61
4-8 粉煤灰高性能混凝土 80m 高程泵送施工技术	63
4-9 大型 U 形预应力薄壳渡槽高性能混凝土施工技术	66
4-10 停车楼高性能混凝土施工技术	70
4-11 高性能混凝土在澳门观光塔工程中的应用技术	74
第 5 章 高强度混凝土	78
5-1 高强混凝土墙体施工技术	78
5-2 高强卵石混凝土泵送施工	82

目 录

5-3	高温燥热气候下高强泵送混凝土的设计与施工技术	84
5-4	采用卵石作骨料的 C60 高强混凝土施工技术	86
第 6 章	大体积混凝土	89
6-1	大体积混凝土施工特点与技术	89
6-2	大体积混凝土设计与施工工艺	92
6-3	大体积混凝土底板施工难点与技术措施	95
6-4	基础底板大体积混凝土施工技术与温度控制	98
6-5	基础底板大体积混凝土施工工艺与监控技术	101
6-6	主楼承台大体积混凝土施工特点与工艺	104
6-7	大体积混凝土筏板温度控制	108
6-8	大体积 C60 混凝土施工技术	112
6-9	高温沙漠地区大体积混凝土施工技术	114
6-10	高层建筑混凝土板式结构转换层施工技术	119
6-11	结构转换层大体积混凝土施工设计与工艺	123
6-12	高层住宅转换层大体积混凝土的施工技术	127
6-13	大体积混凝土后浇带施工技术	128
6-14	大截面结构转换梁施工技术	130
6-15	大体积混凝土裂缝控制	133
6-16	大体积混凝土裂缝控制与优化设计	136
6-17	在强约束条件下大体积混凝土的裂缝控制	138
6-18	直线加速器机房防辐射大体积混凝土施工	141
6-19	大体积混凝土基础温控防裂技术	144
6-20	底板大体积混凝土温度控制防裂技术	145
6-21	大体积混凝土施工中的计算机辅助测温与温控	148
6-22	大体积混凝土电脑测温有线系统	152
第 7 章	钢管混凝土	155
7-1	钢管混凝土简述	155
7-2	钢管混凝土柱节点处理与施工技术	161
7-3	钢管混凝土柱结构特点与施工技术	165
7-4	钢管混凝土柱施工与安装技术	168
7-5	钢管混凝土柱施工技术措施和施工组织	173
7-6	钢管混凝土独立柱施工技术和成品保护	177
7-7	矩形钢管混凝土柱施工技术	182
7-8	高层建筑钢管混凝土柱的施工技术	184
7-9	高层建筑钢管混凝土柱的制作安装与检测技术	188
7-10	钢管混凝土柱泵送顶升混凝土施工技术	190

7-11	50m 高钢管混凝土一次顶升浇筑施工技术	193
7-12	钢管混凝土劲性结构施工技术	196
第 8 章	劲性混凝土	200
8-1	劲性混凝土柱施工技术	200
8-2	高层建筑劲性混凝土柱施工技术	204
8-3	高层住宅劲性混凝土柱施工与难点处理技术	208
8-4	超高层劲性钢筋混凝土核心筒施工	213
8-5	劲性钢筋混凝土柱施工技术	215
8-6	大跨度劲性混凝土梁施工技术	218
8-7	劲性混凝土屋盖结构施工技术	220
8-8	劲性钢筋混凝土柱制作安装与施工技术	226
第 9 章	特种混凝土	230
9-1	轻质混凝土的施工技术	230
9-2	中含量钢纤维高强混凝土施工技术	232
9-3	钢纤维混凝土施工与泵送技术	234
9-4	纤维抗渗混凝土的施工技术	237
9-5	补偿纤维混凝土的施工技术	242
9-6	免振捣混凝土的施工技术	246
9-7	薄壁管混凝土的施工技术	248
9-8	无砂多孔混凝土作承重透水层的施工技术	250
9-9	防中子辐射混凝土的施工技术	251
9-10	山砂混凝土施工技术	254
9-11	特细砂泵送混凝土的施工技术	256
9-12	湿喷钢纤维混凝土施工技术	259
9-13	湿喷钢纤维混凝土在地下工程中的应用技术	261
9-14	水闸护坦水下不分散混凝土加固技术	263
9-15	水下不分散混凝土在新闸工程中的应用技术	265
9-16	水下不分散混凝土在基槽涌水处理中的应用技术	267
9-17	水下大坍落度混凝土施工技术	268
第 10 章	混凝土质量预控	271
10-1	高层建筑混凝土工程泵送施工技术	271
10-2	高层结构混凝土国产泵一次泵送施工技术	275
10-3	特细砂混凝土泵送施工工艺实践	276
10-4	不同工况下的泵送混凝土施工技术	280
10-5	现场搅拌 C60 混凝土滑模施工技术	283

目 录

10-6	“两墙合一”地下室的混凝土施工技术	285
10-7	超长结构混凝土施工技术	288
10-8	大型地下室混凝土结构无缝施工技术	289
10-9	环向超长钢筋混凝土无缝施工综合技术	293
10-10	超长大面积混凝土楼面结构无缝施工技术	296
10-11	超长钢筋混凝土结构无缝施工技术	302
10-12	大面积框架结构梁板混凝土一次整体浇筑施工技术	304
10-13	高层建筑梁式结构转换层施工技术	307
10-14	超大面积钢筋混凝土筏板面层一次成型施工技术	310
10-15	双曲屋面喷射混凝土施工技术	312
第 11 章	混凝土冬施	316
11-1	混凝土工程冬期施工管理和防冻剂的应用方法	316
11-2	混凝土基础冬期负温施工技术	320
第 12 章	混凝土结构综合施工技术	322
12-1	混凝土施工中非结构性裂缝产生原因及防治	322
12-2	现浇混凝土楼板的裂缝处理技术	325
12-3	双向超长大面积混凝土施工裂缝控制	327
12-4	现浇钢筋混凝土楼板大面积开裂原因分析	329
12-5	超长大面积混凝土裂缝控制技术	332
12-6	超长地下室混凝土墙体的裂缝控制	335
12-7	预拌泵送混凝土施工中裂缝控制措施	339
12-8	楼板混凝土裂缝控制与防治	342
12-9	商品混凝土裂缝的防治技术	344
12-10	大体积混凝土施工及长墙的裂缝控制	348
12-11	斜坡屋面现浇板开裂原因分析与预防处理措施	351
12-12	高层住宅建筑混凝土裂缝原因	352
12-13	高层地下混凝土墙体裂缝的分析与处理	355
12-14	地下车库混凝土裂缝综合控制技术	358
12-15	筏基混凝土与外墙裂缝质量控制	362
12-16	二次抹压工艺在控制混凝土表面裂缝中的应用技术	365
12-17	混凝土化学反应裂缝及防治技术	367
12-18	温度对混凝土性能的影响及控制	372
12-19	温度裂缝实例分析	376
12-20	温度对混凝土缓凝剂最优掺量的影响	378
12-21	底板大体积混凝土碱-集料反应的防治措施	380
12-22	污水处理厂混凝土碱含量控制及防裂措施	382

12-23	混凝土工程预防碱集料反应的综合技术	385
12-24	核岛厂房碱-集料反应的预防控制	388
12-25	岭澳核电站建设中混凝土强度控制	390
12-26	采用网模法消除底拱混凝土麻面	393
12-27	石子岩性不良造成混凝土事故的分析与防治技术	394
12-28	混凝土的自缩及其控制措施	399
第 13 章	混凝土结构施工经验	403
13-1	梁柱节点处不同强度等级混凝土的施工技术	403
13-2	框架节点处不同强度等级混凝土的施工措施	405
13-3	钢筋混凝土框架结构施工中的节点核心区处理技术	407
13-4	混凝土强度等级不同的梁柱节点处理技术	410
13-5	采用对称施工取消后浇带的适用条件和技术措施	412
13-6	后浇带设计施工的应用	415
13-7	后浇带施工的构造措施	417
13-8	高层建筑施工中混凝土布料杆的应用和选择方法	421
13-9	高层建筑转换梁混凝土内布冷却水管的降温措施	425
13-10	混凝土养护中使用循环冷却水的方法	426
13-11	利用透水模板改善混凝土性能	427
13-12	施工阶段建筑物越冬裂缝的特征和处理技术	428

第 1 章 绪论

1-1 混凝土结构发展简介

1-1-1 混凝土结构特点

采用混凝土作建筑结构材料，主要是混凝土的原材料（砂、石等）来源丰富，钢材用量较少，结构承载力和刚度大，防火性能好，造价便宜。

1-1-2 混凝土结构发展概况

自 1903 年我国建成第一座钢筋混凝土建筑——上海东风饭店后，混凝土已逐步成为我国发展高层建筑的主要结构材料。据统计，在国有建筑企业年竣工面积中，混凝土结构所占比重，从 1984 年的 29.9%，逐年递增，到 1995 年已达到 58.5%，见表 1-1。其中 10 层以上的高层建筑占 90% 左右，见表 1-2。

表 1-1 国有建筑企业竣工建筑各类结构比重 (%)

年度	钢结构、 钢—混结构	混凝土 结构	混合	砖木	其他
1984	1.6	29.9	66.5	0.5	1.5
1985	1.4	35.1	62.1	0.3	1.1
1986	1.8	39.6	56.9	0.5	1.2
1987	2.7	46.8	48.8	0.4	1.3
1991	2.8	51.0	45.2	0.3	0.7
1992	2.1	52.5	44.1	0.4	1.0
1993	2.8	52.9	42.8	0.4	1.0
1994	1.5	53.2	44.0	0.5	0.8
1995	3.5	58.5	36.2	0.4	1.4

表 1-2 建设部系统国有建筑企业 10 层以上竣工建筑结构比重 (%)

竣工结构	1984 年	1986 年	1991 年	1993 年	1995 年
钢筋混凝土结构	91.7	95.7	94.1	91.1	87.3
钢结构及钢—混凝土结构	1.1	1.3	2.5	3.9	6.1
混合结构	6.1	3.0	2.7	3.8	6.5
其他	1.1	0	0.7	1.2	0.1

1-2 混凝土结构分类

1-2-1 按结构类型分类

1-2-1-1 竖向结构

建筑结构主要是承受垂直荷载和水平荷载。垂直荷载要求结构具有足够的抗压强度，水平荷载则要求结构具有足够的抗弯、抗剪强度以及刚度和延性。层数越高，水平荷载的作用越突出。

不同结构类型所能承受的水平荷载能力不同，因此，他们均有各自的特点和适用范围。

混凝土结构按竖向结构类型分类；主要可分为：框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构和筒体结构等几种主要结构类型。

1. 框架结构

框架结构是由柱和梁、板所组成的承重结构。由于不设承重墙，建筑平面布置灵活，可以形成较大的空间，特别适用于各类公共建筑和仓库、车间。

如果柱间梁的高度压缩到与楼板同样高度，成为楼板内的暗梁，称为板柱体系。平面布置更为灵活，层高也可适当降低。

框架承受垂直荷载的能力强，抵抗水平荷载的能力较低，侧向刚度差，水平位移大。

高烈度地震区一般不宜采用纯框架结构建造高层建筑。

在我国，框架结构高层建筑已有较长的发展历史，从20世纪20年代~60年代兴建的高层建筑基本上采用钢筋混凝土纯框架结构。

2. 剪力墙结构

剪力墙结构是由承重墙和楼板组成的承重结构，以承重墙代替框架中的梁、柱承受建筑物的垂直荷载和水平荷载。由于建筑结构的承重墙除了要承受由于垂直荷载所产生的竖向压力外，还要承受由水平荷载所产生的剪力和弯矩，所以称为剪力墙，国外也有称结构墙的。

剪力墙结构较框架结构承受水平荷载的能力强，刚度大，水平位移小。故建造层数一般比纯框架结构要多。剪力墙既作承重墙，又作围护墙。

剪力墙结构由于承重墙多，不如框架结构灵活。改善途径之一是适当扩大承重墙的间距，采用大开间；如住宅的开间由2.4~4.2m发展到4.8~7.2m，分户墙仍为承重墙，户内分室墙采用轻隔墙；旅馆的客房开间由3.3~4.5m发展到6.6~9.0m，每两间设一道承重墙和一道轻隔墙。改善途径之二是减少承重内纵墙，以增加进深方向的灵活性。

为了解决住宅、旅馆等高层剪力墙结构的底层设置商店、餐厅、门厅、会议厅等大空间的需要，可以采用底层为部分框架，上部标准层为剪力墙的框支剪力墙结构，如图1-1。

在地震区，不允许采用底层为纯框架的鸡腿式框支剪力墙结构，而应将一部分剪力墙落地形成封闭筒体，成为象腿式框支剪力墙结构，落地剪力墙的间距 L 不宜大于建筑物宽度 B 的2.5倍（如图1-2）。

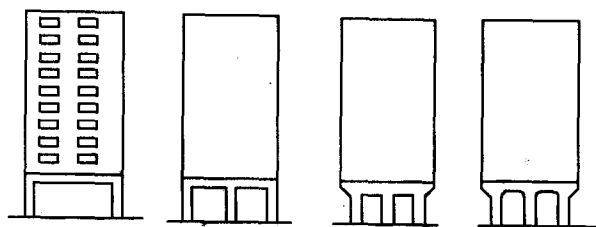


图 1-1 框支剪力墙结构剖面图

3. 框架—剪力墙结构

在框架结构中设置一部分剪力墙（如在楼梯间、电梯间等部位），形成由框架和剪力墙共同作用的框架—剪力墙结构。与框架结构相比，增强了抵抗水平荷载的能力，提高了侧向刚度；基本保持了平面布置灵活的优点。房屋的垂直荷载通过楼板分别由框架和剪力墙共同承担，而水平荷载则主要由剪力墙承担。

由于框架—剪力墙结构兼具框架结构和剪力墙结构的优点，从 20 世纪 70 年代初以来，已广泛应用于各类公共建筑、旅馆和厂房、仓库。

4. 筒体结构

筒体结构是由框架结构和剪力墙结构发展而成的一种空间结构。由若干片纵横交接的框架或剪力墙，与楼板连接，围成筒状封闭骨架。

筒体结构由于具有承受水平荷载的良好刚度，并能形成较大的使用空间，多用于较高的建筑物。

筒体结构可分为框架—筒体、筒中筒和组合筒，其中组合筒包括成束筒和成组筒，见图 1-3。我国目前采用前两种筒体结构较多。

框架—筒体结构的内筒结构是指在建筑的平面中心部分设置由电梯井、楼梯间、管道间和服务间等形成的筒体，而建筑物的周圈为一般柱距的框架，由内筒承受主要的水平荷载和一部分垂直荷载，外框架仅承受另一部分垂直荷载和很小的水平荷载。

筒中筒结构由内筒和外筒组合而成，通过楼板协同工作，可以共同承担很大的水平荷载。外框架密柱的间距一般在 3m 以内。内筒通常为单筒，也有采用双层筒或三层筒的，如香港合和中心内筒即为三层筒，外筒直径 48m，柱距 3.05m，最大内筒直径 22m。

成束筒是由若干单元筒集中成一体，从而形成刚度极大的空间结构，如目前世界上已建成的超高层建筑芝加哥西尔斯大厦就是由 9 个方形筒形成，每个筒的平面尺寸为 22.9m × 22.9m，整个建筑的平面尺寸为 68.7m × 68.7m。

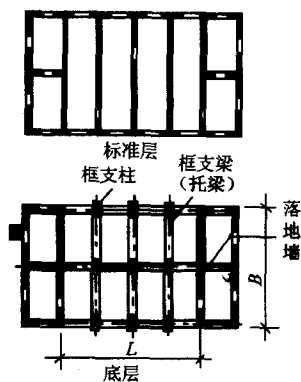


图 1-2 底层大空间剪力墙结构平面图

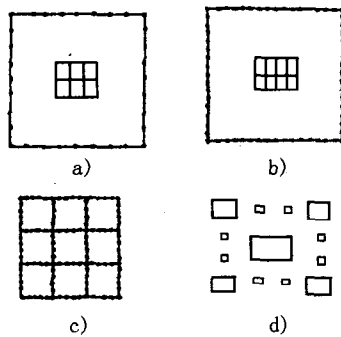


图 1-3 各种筒体典型平面图

- a) 框架—筒体
- b) 筒中筒
- c) 成束筒
- d) 成组筒

成组筒是若干个单筒通过楼面组合成的空间结构。

此外，还可在内筒的周围按照客房或办公的需要设置剪力墙，形成剪力墙—筒体结构（如图 1-4）。

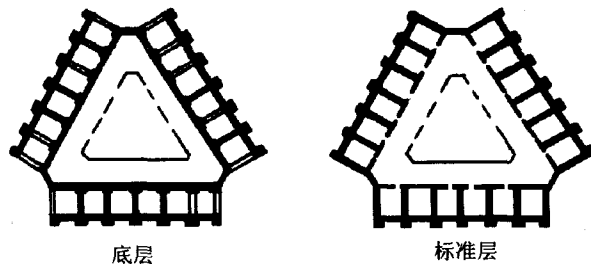


图 1-4 剪力墙—筒体结构示意图

筒体结构是近 20 年来在我国迅速发展起来的，已建成的有深圳国际贸易中心、北京彩电中心、上海电信大楼等。

1-2-1-2 水平结构

上述四类竖向混凝土结构体系所采用的楼盖结构，也由于多层和高层建筑抗震设防的不同而不同，前者可以采用预制楼盖，后者则多采用现浇楼盖。房屋建筑的楼盖结构应符合整体性好、刚度大、结构高度小、自重轻、满足使用要求、造价合理和施工方便等要求；主要有以下几种类型：

1. 有梁楼盖

框架结构传统做法采用有梁楼盖，大柱网常采用主梁—次梁—楼板的做法。优点是楼板厚度较薄，刚度较好；缺点是梁的高度大，层高增大，也不利于灵活布置平面，施工较复杂。

2. 无梁楼盖

在框架和框架—剪力墙结构中，将梁高降至与楼板同一高度，形成楼板中的暗梁，故称为板柱结构；在剪力墙结构中，通常采用无梁平板，称为板墙结构。

为了保证结构的水平刚度，采用平板式楼盖需有一定的厚度。板柱结构中设柱帽的最小厚度为 12cm；无柱帽的最小厚度为 15cm。大跨度无梁楼盖（筒体结构和板柱结构）为了减轻自重，增加楼盖自身的结构刚度，多采用无黏结预应力混凝土楼盖（单向或双向），跨度可达到 6m~12m。

3. 密肋楼盖

由薄板与小梁组成，小梁的断面小且密，故称密肋。密肋可以是单向支承，也可能是双向支承（如图 1-5），板的厚度可小至 5cm~6cm。这种楼盖一般用于大柱网的展厅、书库、阅览室等。

4. 叠合楼板

目前，采用的有压型钢板或各种配筋（预应力钢筋、双层钢筋、冷轧扭钢筋）的预制混凝土薄板作现浇层的永久性模板，其上浇筑混凝土，形成叠合层。

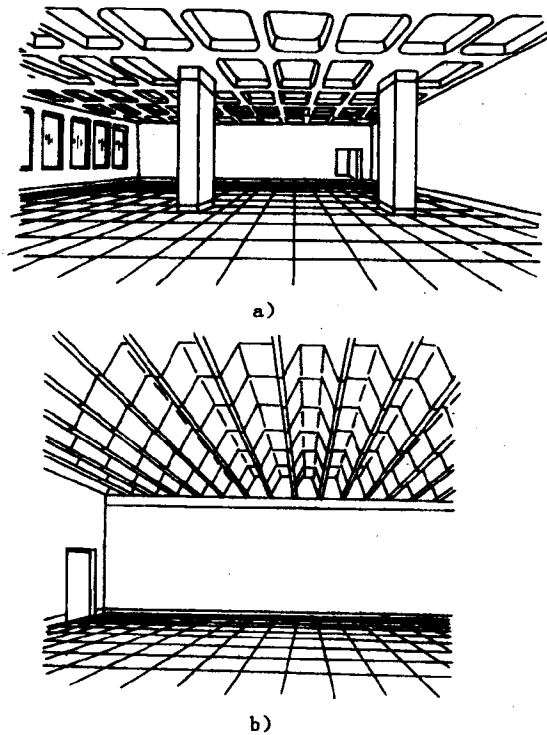


图 1-5 密肋楼板
a) 双向 b) 单向

1-2-2 按施工工艺分类

混凝土结构的成形方法，是完成混凝土结构的主要施工工艺。混凝土结构的施工工艺主要可分为全预制装配、全现浇、预制与现浇相结合三种。这三种施工工艺又与不同的结构体系有关。因此，混凝土结构的结构构造不同，其选用的施工机具、施工组织和技术经济效果也就不相同。所以，混凝土结构的施工工艺现已成为建设单位、设计和施工单位共同关心的问题。

以下按不同的混凝土结构体系分别介绍其施工工艺概况。

1-2-2-1 框架结构（包括框架—剪力墙结构）施工工艺概况

1. 全预制装配式框架结构

梁、柱、楼板等构件全部在工厂或施工现场预制，现场组拼全部靠焊接连成整体。如 1958 年兴建的北京民族饭店（12 层）是我国首次采用全预制装配式高层框架结构；1959 年兴建的北京中国民航局办公楼（14 层），除预制框架外，还首次采用了预制外墙；以后又在北京外交公寓（16 层）等工程中推广。

全预制装配高层建筑的工业化程度高，现场工作量小，施工速度快，但不能充分保证高层建筑抗震要求，预制构件的种类、型号、规格尺寸繁杂，需要由有一定规模和生产技术水平较高的构件厂加工制作，焊接量大，造价也较高。因此，从 1976 年唐山地震以来，

在国内高层建筑中已不再采用全预制装配框架。

2. 全现浇框架结构

板、梁、柱的全部混凝土都在施工现场建筑物上就地浇筑。这是应用最广泛最常见的成形方法,这种方法整体性好,适应性强。但施工现场工作量大,存在现浇混凝土的拌制、运输、浇灌、振捣、养护等问题。

改革开放以来,特别是高层建筑的兴建,现浇工业化施工工艺有了很大的发展,模板技术已发展成定型化、工具化;粗直径钢筋现场连接技术已系列化;混凝土已发展为预拌商品混凝土和泵送技术,成为混凝土结构发展的主导工艺。

3. 装配整体式框架结构

为了满足抗震要求,将预制装配框架的梁柱接头由焊接改为现浇钢筋混凝土连接,提高了结构的整体性,在地震区可用于高度不超过 50m 的高层建筑。

4. 现浇框架、预制梁和楼板框架结构

这是现浇和预制相结合的施工工艺。将施工较简易的竖向结构采用现浇工艺,而施工较复杂的水平结构采用预制工艺,就形成了现浇柱、预制梁板框架。这种结构施工较适用于符合标准化系列参数,且当地有商品梁、板构件供应的建筑。

5. 升板结构

是将预制柱和楼板在现场进行预制,也有采用在现场现浇筑、预制楼板,但楼板是采取就位重叠生产,然后将升板机安装在柱头上,将各层楼板逐一提升到设计位置,并与柱连接固定。

升板法施工可以节约大量模板,减少高空作业,不需大型起重设备,节约施工用地,特别适用于现场狭窄的建筑。

6. 整体预应力板柱结构

整体预应力板柱施工的特点是采用预应力方法将预制的柱子和楼板等构件拼接起来,并与剪力墙结合,现浇连接成整体空间结构。

这种建造方法从 20 世纪 70 年代后期在国内开始试验和推行,在北京和成都已分别建成 12 层科研楼、教学楼和 15 层旅馆。

1-2-2-2 剪力墙结构施工工艺概况

1. 预制装配式工艺

将墙板、楼板以及楼梯、阳台等全部采取在工厂预制生产,运往施工现场安装,简称装配式大板建筑,多用于建造住宅。我国 1959 年开始试验装配式大板建筑,多用于建造多层住宅。1974 年用于高层,已建成一批 10~18 层高层住宅。

大板建筑预制装配化程度高,现场工作量少,施工速度快,劳动条件有所改善。高层大板建筑较多层大板建筑在造价、材料耗用量及用工上增加不多,具有较好的经济效益。

在我国进一步发展装配式大板高层建筑,还需要着重解决好抗震措施和多样化的问题。

2. 全现浇施工工艺

(1) 大模板工艺:我国从 1974 年在高层民用建筑中开始采用大模板工艺,整体性好,墙面平整,技术较易掌握。大模板建筑的内承重墙均用大模板施工,外墙逐步形成现浇、

预制和砌筑三种做法, 楼板可根据不同情况采用预制、现浇或预制和现浇相结合三种方式。

大模板建筑除大量用于住宅建筑外, 高层旅馆也较多地采用了大模板施工方法, 如北京的燕京饭店、西苑饭店、昆仑饭店、兆龙饭店、京西宾馆、和平宾馆、渔阳饭店和广州的白天鹅宾馆等。

(2) 滑模工艺: 国内 1974 年开始将滑模工艺用于民用建筑, 其整体性好, 结构施工速度快, 在寒冷地区近年发展了冬施滑模技术。对高耸建筑物、构筑物和曲线墙体更加适宜。楼板一般为现浇, 也可以采用预制。

在我国超高层建筑中, 采用滑模工艺的有: 深圳国际贸易中心、香港合和中心、广州花园酒店(东楼)、上海花园饭店、北京国际饭店等。

(3) 盒子结构施工工艺

盒子建筑是用工厂预制的盒子状空间构件运到施工现场组装成的房屋, 预制装配化程度较装配式大板建筑更高, 因此工期更短, 现场用工更少, 劳动条件显著改善。但一次投资较大, 需要解决大吨位运输设备和吊装设备。

20 世纪 60 年代我国在哈尔滨就建成一栋盒子建筑试验楼。1979 年以来在北京建成用钢、木和钢筋混凝土建成的盒子住宅、旅馆和工地暂设工程、办公营业用房。在南通建成 2 万多平方米住宅以及在上海建成的利民饭店等, 每个盒子自重 8~30t。

1-2-2-3 筒体结构施工工艺概况

采用筒体结构的建筑均为高耸建筑物, 内筒与外筒(柱)的楼板跨度达 8~12m。竖向结构可采用组合式模板成形混凝土, 也可采用大模板成形(如南京金陵饭店), 亦可采用滑动模板工艺成形(如深圳国贸中心)。近几年来, 在超高层建筑中多采用爬升模板工艺成形, 如深圳 325m 高 81 层的地王大厦、上海 420m 高 88 层的金茂大厦均采用了爬模工艺。楼板一般采用现浇楼板或以压型钢板、混凝土薄板作永久性模板的现浇叠合楼板。