

建筑工程混凝土结构 新技术应用手册

■ 侯君伟 主编

JIAN
ZHU
GONG
CHENG
HUN
NING
TU
JIE
GOU
XIN
JI
SHU
YING
YONG
SHOU
CE

中国建筑工业出版社

建筑工程混凝土结构 新技术应用手册

侯君伟 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程混凝土结构新技术应用手册/侯君伟主编.
北京:中国建筑工业出版社,2001.9
ISBN 7-112-04737-4

I. 建... II. 侯... III. 混凝土结构—技术手册
IV. TU37-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 041510 号

建筑工程混凝土结构新技术应用手册

侯君伟 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷

*

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:26½ 字数:707 千字

2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月第一次印刷

印数:1—3000 册 定价:44.00 元

ISBN 7-112-04737-4

TU·4219(10211)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址:<http://www.china-abp.com.cn>

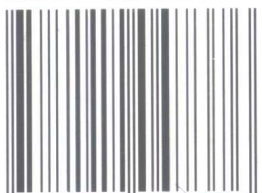
网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

责任编辑：胡永旭

封面设计：蔡宏生

JIAN
ZHU
GONG
CHENG
HUN
NING
TU
JIE
GOU
XIN
JI
SHU
YING
YONG
SHOU
CE

ISBN 7-112-04737-4



9 787112 047376 >

(10211)定价：44.00 元



本手册重点介绍建设部推广应用 10 项新技术之新型模板技术、钢筋连接技术、高强和高性能混凝土技术、预应力混凝土技术,同时对现浇混凝土结构的各种结构体系,所采用的不同的施工方法和工艺,也作了详细介绍。全书共分五大部分:1. 概述;2. 模板、钢筋、混凝土技术;3. 现浇混凝土结构工艺体系的施工;4. 预应力混凝土技术;5. 现浇混凝土结构施工常用参考数据资料。

本书可供建筑施工技术人员、项目经理、施工员等参考使用。

* * *

责任编辑:胡永旭

主 编：侯君伟

参加编写人员：毛凤林 刘恒祥

卢振国 龚 仪

吴 璉 原 高

前 言

随着我国改革开放事业的不断进步,经济建设事业的不断发展,建筑行业除了建造多层建筑外,高层建筑也有了很大的发展。高层建筑的大量兴建,推动了我国建筑技术整体的进步,促使建筑结构材料大量采用混凝土,尤其是现浇混凝土已成为兴建各种大型公共建筑和高层住宅等广泛采用的结构工艺。近十几年来,在这方面研制开发了很多新材料、新设备、新工艺,积累了丰富的经验。

为此,建设部于1994年首次颁发了推广应用10项新技术的建议,并于1998年作了补充修改,要求全国各建筑企业积极推广应用。本手册主要是根据建设部推广应用10项新技术的建议,围绕现浇混凝土结构施工采用的一些新技术,如新型模板技术、粗钢筋连接技术、高强和高性能混凝土技术、预应力混凝土技术以及各种结构体系所采用的不同的施工方法,进行了重点介绍。对于混凝土结构施工中的一些常规做法则不作介绍,以便读者能有重点的选取。

本手册共分五大部分,1. 概述;2. 模板、钢筋、混凝土技术;3. 现浇混凝土施工工艺体系的施工;4. 预应力混凝土技术;5. 现浇混凝土结构施工常用参考数据资料。

本手册在编写过程中参考了大量有关专业文献资料,对此表示衷心的感谢。

由于受编者水平和时间的限制,本手册难免存在挂一漏万和错误之处,恳请批评指正。

1. 概 述

1.1 现浇混凝土结构发展概况

自从 1824 年发明了波特兰水泥,1850 年就出现了钢筋混凝土。

钢筋混凝土很早就传入我国,1903 年建造的英国上海总会(即现在的上海市外滩东风饭店),是第一座钢筋混凝土建筑。由于混凝土原料来源丰富,钢材用量较低,结构承载力和刚度大,防火性能好,造价较便宜,已广泛用于建造各种建(构)筑物。特别是改革开放以来,混凝土已成为我国发展高层建筑的主要结构材料,其工艺主要采用了现浇结构。据统计,在全国建设部系统国有建筑企业年竣工总面积中,钢筋混凝土结构比重从 1984 年的 29.9%,逐年递增,到 1995 年已达到 58.5%,其中 10 层以上建筑所占比例 1984 年~1995 年为 8%~97%,而且多为现浇结构,详见表 1-1-1。

建设部系统国有建筑企业竣工建筑各类结构比重(%)

(全部竣工面积/其中 10 层以上)

表 1-1-1

年 度	钢、钢混	钢筋混凝土	混 合	砖 木	其 他
1984	1.6/1.1	29.9/91.7	66.5/6.1	0.5/0	1.5/1.1
1985	1.4/0.4	35.1/95.3	62.1/3.1	0.3/0	1.1/1.2
1986	1.8/1.3	39.6/95.7	56.9/3.0	0.5/0	1.2/0
1987	2.7/0	46.8/97.3	48.8/2.3	0.4/0	1.3/0.4
1991	2.8/2.5	51.0/94.1	45.2/2.7	0.3/0	0.7/0.7
1992	2.1/1.6	52.5/95.7	44.1/2.2	0.4/0	1.0/0.4
1993	2.8/3.9	52.9/91.1	42.8/3.8	0.4/0	1.0/1.2
1994	1.5/0.6	53.2/95.9	44.0/3.2	0.5/0	0.8/0.3
1995	3.5/6.1	58.5/87.3	36.2/6.5	0.4/0	1.4/0.1

近十年来,随着超高层建筑的发展和建筑科技的进步,钢与混凝土混合结构得到很大的发展,并以应用于工程施工。其构造主要是钢外包混凝土和钢管内填混凝土,使混凝土与型钢(钢管)形成受力整体,以提高结构的抗震性能。

1.2 混凝土结构分类

1.2.1 结构体系分类

采用混凝土作为多、高层建筑的结构材料,其建筑结构体系主要可分为框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构和筒体结构等几种类型。

1. 框架结构

又称纯框架结构,是由柱、梁、板组成的承重结构,它是我国采用最早的结构类型。

纯框架结构是由水平横梁与竖直柱用刚性节点连接的矩形网格结构,它承受竖向荷载能力强,抵抗水平荷载能力低,侧向刚度差,水平位移大。因此,在高烈度地震区建造高层建筑不宜采用,见表 1-2-1。

房屋适用最大高度(m) 表 1-2-1

结 构 体 系		非抗震设计	抗 震 设 防 烈 度			
			6 度	7 度	8 度	9 度
框 架	现 浇	60	60	55	45	25
	装配整体	50	50	35	25	—
框架-剪力墙 和框架筒体	现浇	30	130	120	100	50
	装配整体	100	100	90	70	—
现浇剪力墙	无框支墙	140	140	120	100	60
	部分框支墙	120	120	100	80	—
筒中筒及成束筒		180	180	150	120	70

注: 1. 房屋高度指室外地面到檐口高度,不包括局部突出屋面的水箱、电梯间等部分的高度。

2. 当房屋高度超过表中规定时,设计应有可靠依据,并采取有效措施。

3. 位于Ⅳ类场地的建筑或不规则建筑,表中高度应适当降低。

4. 本表引自《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》(JGJ 3—91)。

框架结构分为梁、板、柱结构和板、柱结构。

2. 剪力墙结构

由承重墙体与楼板组成的承重结构,是以承重墙体取代框架结构中的梁、柱承受建筑物的竖向和水平荷载。由于建筑结构的承重墙除了要承受竖向荷载产生的压力外,还要承受水平荷载所产生的剪力和弯矩,所以称为剪力墙。

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,故建造层数比框架结构高,见表 1-2-1。但是,由于承重墙多,建筑平面布置不如框架结构灵活。为了适当扩大剪力墙的间距,目前在住宅建筑中已经能够将开间由 2.4~4.2m 扩大到 4.8~7.2m;旅馆建筑的开间,已由 3.3~4.5m 扩大到 6.6~9.0m。

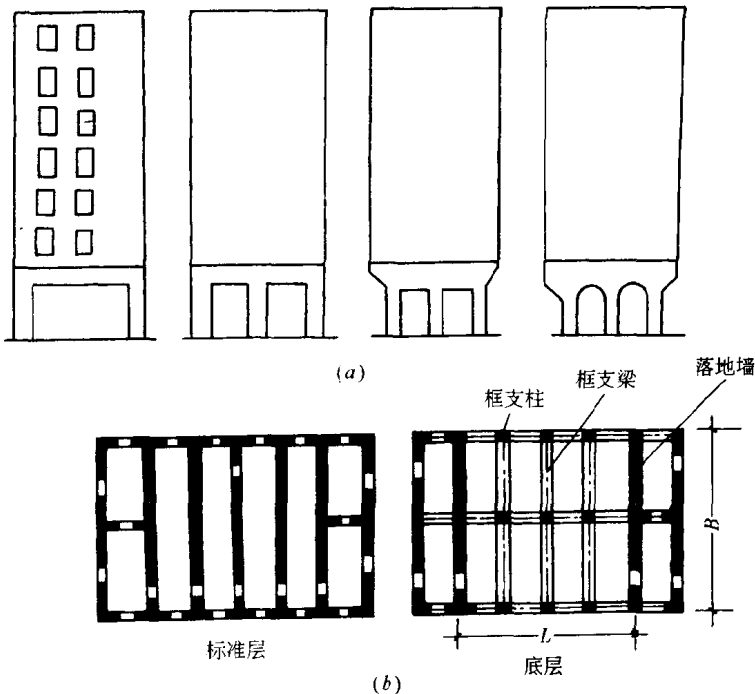


图 1-2-1 底层大空间框支剪力墙示意

(a)剖面;(b)平面

非抗震设计: $L \leq 3B$, $L \leq 36\text{m}$;抗震设计:6、7度时 $L \leq 2.5B$,
 $L \leq 30\text{m}$;8度时, $L \leq 2B$, $L \leq 24\text{m}$

为了解决高层住宅、旅馆建筑底层设商店、门厅等大空间的需要,可以采用底层为部分框架的框支剪力墙结构,并将一部分上层剪力墙落地与底层框架形成封闭筒体,成为象腿式(图 1-2-1)。

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、电梯井等部位),以提高结构的侧向刚度,增强抵抗水平荷载的能力,同时还基本保持了平面布置灵活的优点。房屋的竖向荷载通过楼板分别由框架和剪力墙共同承担,水平荷载则主要由剪力墙承担。

4. 筒体结构

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。由于它具有强大的抗侧力能力和刚度,所以,可以用于超高层建筑的建设,见表 1-2-1。

各种筒体结构的典型平面,见图 1-2-2。

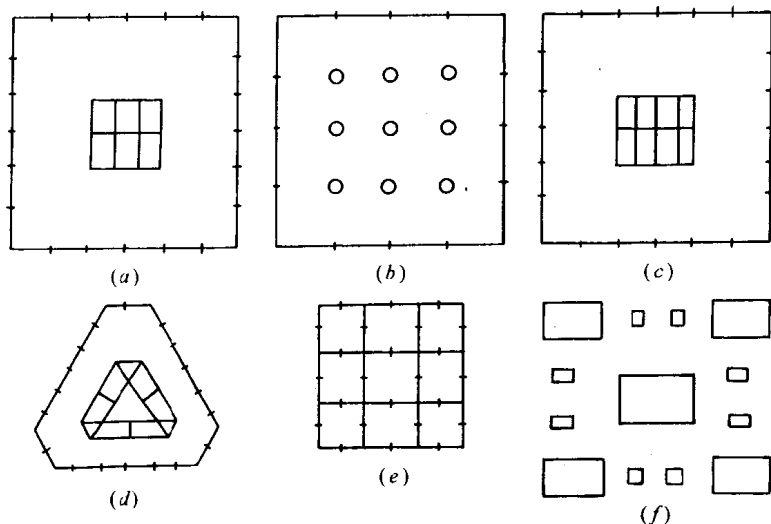


图 1-2-2 各种筒体结构平面示意

(a) 框架筒体; (b) 外筒体单筒; (c) 筒中筒; (d) 双层内筒;

(e) 成束筒; (f) 成组筒

1.2.2 楼盖结构分类

上述四类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,前者可以采用预制楼盖,后者则多采用现浇楼盖。由于高层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的要求。主要有以下几种类型:

1. 梁板式

这是框架和框架-剪力墙结构传统的做法。当用于大跨度、大柱网结构时,梁的高度大,也使楼层高度增大,不经济,另外,由于梁柱节点多、施工较复杂。

2. 平板式

又称无梁楼板。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。

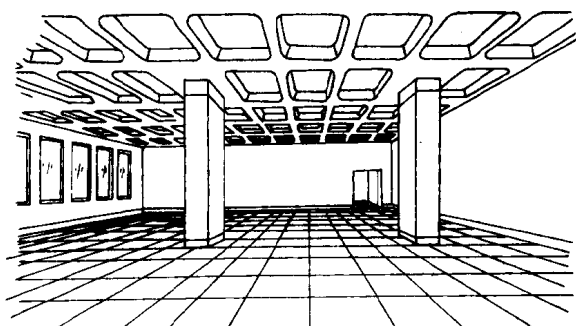
为了保证结构的水平刚度,采用平板式楼盖需有一定的厚度。板柱结构中设柱帽的最小为 12cm;无柱帽的最小为 15cm。大跨度无梁楼盖(筒体结构和板柱结构)为了减轻自重,增加楼盖自身的结构刚度,多采用无粘结预应力混凝土楼盖(单向或双向),跨度可达到 6~12m。

3. 密肋楼盖

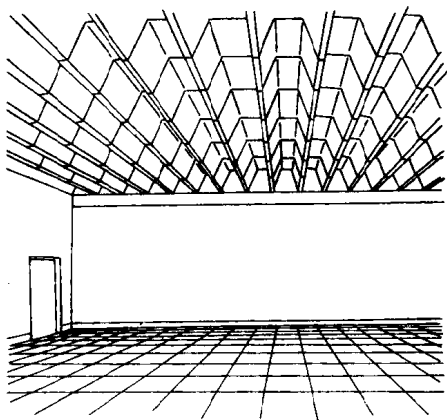
由薄板与小梁组成,小梁的断面小且密,故称密肋。密肋可以是单向支承,也可以是双向支承(图 1-2-3),板的厚度可小至 5~6cm。这种楼盖一般用于大柱网的展厅、书库、阅览室等。

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。



(a)



(b)

图 1-2-3 密肋楼板

(a)双向;(b)单向

1.2.3 施工工艺分类

现浇混凝土结构由于结构体系的不同,混凝土结构的成型工艺也不相同,其关键是模板工艺不同。因此,必须按照技术上可行、经济上合理的原则,择优选用。

1. 框架结构施工工艺

包括框架-剪力墙结构、板柱结构的施工工艺,其竖向构件主要采用组合式模板散支散拆或预拼装整支整拆方法;水平构件既可采用组合式模板亦可采用台(飞)模、模壳(用于密肋楼盖)等工

具式模板。

2. 剪力墙结构施工工艺

墙体模板既可采用组合式模板组拼,又可采用大模板、滑动模板、爬升模板等工具式模板;亦可采用墙体与楼盖混凝土同时浇筑的隧道模工艺。

楼盖一般采用组合式模板,亦可采用预制混凝土薄板作永久性模板,上部浇筑混凝土叠合层的做法。

3. 筒体结构施工工艺

筒体结构的竖向结构成型工艺,既可采用组合式模板,亦可采用大模板、滑动模板和爬升模板等工具式模板,由于内、外筒(柱)之间的楼盖跨度可达8~12m,一般可用组合式模板,亦可采用压型钢板和预制混凝土薄板作永久性模板。

2. 模板、钢筋、混凝土技术

2.1 模 板 技 术

2.1.1 模板的作用与要求

2.1.1.1 作用

现浇混凝土结构施工用的模板,是保证混凝土结构按照设计要求浇筑混凝土成形的一种临时模型结构,它要承受混凝土结构施工过程中的水平荷载(混凝土的侧压力)和竖向荷载(模板自重、材料结构和施工荷载)。

模板工程的费用,约占现浇混凝土结构工程费用的 $1/3$ 左右,支拆用工量约占 $1/2$ 左右,因此,模板工程的正确选用,对于提高工程质量、加速施工进度、提高工作效率、降低工程成本和实现文明施工,都具有重要的影响作用。

为此,模板在设计与使用中必须起到以下几点作用:

1. 保证工程结构和构件各部分形状尺寸和相互位置的正确。
2. 具有足够的承载能力、刚度和稳定性,能可靠地承受新浇混凝土的自重和侧压力,以及施工过程中产生的荷载。
3. 构造简单,装拆方便,并便于钢筋的连接、安装和混凝土的浇筑与养护。
4. 模板的接缝严密,确保不漏浆。

2.1.1.2 要求

现浇混凝土结构工程施工用的模板结构,主要由面板、支撑结构和连接件三部分组成。面板是直接接触新浇混凝土的承力板;

支撑结构则是支承面板、混凝土和施工荷载的临时结构,保证模板结构牢固地组合,做到不变形、不破坏;连接件是将面板与支撑结构连接成整体的配件。

模板结构使用的材料种类很多,常用的有木材和钢材,其他尚有铝合金、竹(木)胶合板、玻璃钢、塑料等。为了确保模板结构的质量和施工安全,对选用的模板结构材料必须满足以下要求:

1. 具有足够的强度,以保证模板结构具有足够的承载能力。
2. 保证模板结构具有足够的刚度,确保在使用过程中结构的稳定性。
3. 必须确保新浇筑混凝土的表面质量。
4. 坚持因地制宜、就地取材的原则,做到支拆简便,周转次数多。

2.1.2 模板技术的分类

我国的模板技术,自从 20 世纪 70 年代贯彻“以钢代木”的原则逐步取消散支散拆木模以来,随着我国城乡建设事业的飞速发展,现浇混凝土结构所用的模板技术,已向工具化、定型化、系列化、多样化方向发展,并已形成通用性强的组合式模板,适合各类工业化结构体系施工的工具式模板和用于楼盖成型的永久式模板三大类型。

2.1.2.1 组合式模板

组合式模板,是指适用性和通用性较强的模板,用它进行混凝土结构成型,既可按构件设计要求事先组拼成梁、柱、墙、楼板的大型模板,实行预拼装整体安装、整体拆除;也可采取散支散拆方法,工艺灵活简便。

1. 组合钢模板

又称组合式定型小钢模,是使用最早且用量较多的一种组合式模板。

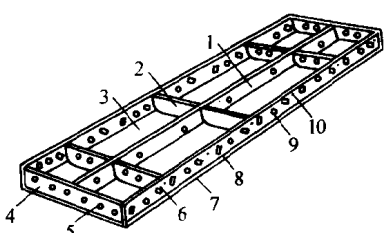
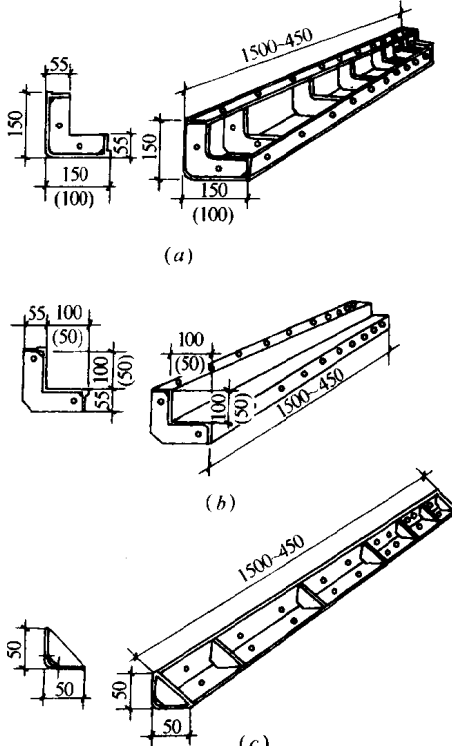
(1) 部件组成

组合钢模板的部件,主要由钢模板块、连接件和支承件三部分组成。

1) 钢模板块,见表 2-1-1。

钢 模 板 块

表 2-1-1

模板名称	简 图	说 明
平 面 模 板	 1—中纵肋;2—中横肋;3—面板;4—横肋; 5—插销孔;6—纵肋;7—凸棱;8—凸鼓; 9—U形卡孔;10—钉子孔	由面板和肋条组成,采用Q235(A₃)钢板制作,面板厚2.3mm或2.5mm。 规格:长度有450、600、750、900、1200、1500(以150进级)mm; 宽度有100、150、200、250、300mm(以50进级);高度为55mm。 可用于基础、墙体、梁、柱和板等结构的平面部位
转 角 模 板	 (a) 阴角模板; (b) 阳角模板; (c) 连接角模板	主要用于结构的转角部位。长度与平面模板相同,阴角模板的宽度有150mm×150mm、100mm×150mm两种;阳角模板的宽度有100mm×100mm、50mm×50mm两种;连接角模宽度为50mm×50mm