

高层建筑施工
培训丛书

4

高层建筑施工 主体结构混凝土

● 邓铁军 邓寿昌 罗麒麟 编著 湖南科学技术出版社



高层建筑施工
培训丛书

4

邓铁军 邓寿昌 罗麒麟 编著
湖南科学技术出版社

高层建筑施工 混凝土结构施工



高层建筑施工培训丛书之四

高层建筑主体混凝土结构施工

编著者：邓铁军 邓寿昌 罗麒麟

责任编辑：殷健 谢颖

出版发行：湖南科学技术出版社

社址：长沙市展览馆路3号

印刷：湖南省新华印刷二厂

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂址：邵阳市双坡岭

邮编：422001

经销：湖南省新华书店

出版日期：1995年10月第1版第1次

开本：850×1168毫米 1/32

印张：13.5

插页：4

字数：351,000

印数：1—3,100

ISBN 7—5357—1805—1/TU·64

定价：17.80元

湘新登字 004 号

前 言

随着我国经济建设的迅猛发展，高层建筑在我国大中城市和沿海开放地区不断出现，高层建筑上部主体混凝土施工技术不断地发展、完善与推广应用，产生了显著的经济效益和社会效益。为使广大的施工技术人员了解和掌握高层建筑上部主体混凝土结构常见施工技术，我们编写了此书，作为高层建筑施工丛书之一。

本书共分七章，即现浇钢筋混凝土结构通用施工方法、高层框架结构施工、高层建筑大模板施工、高层建筑滑模施工、高层升板结构施工、筒体结构施工和高层建筑混凝土结构冬季施工。这些内容针对高层建筑施工特点，着重介绍近年来在实践中涌现出的新理论、新技术、新工艺和新方法，并根据近期已修订的规范、规程和标准进行编写，它不仅可以用于高层建筑施工，对于一般房屋混凝土结构施工，也可参照使用。本书可供建筑施工人员使用，亦可供大专院校土建专业师生参考。

参加本书编著的有罗麒麟工程师（第一章）、邓铁军副教授（第二、三、五、六章）、邓寿昌讲师（第四、七章），全书由邓铁军副教授负责统稿工作。

在本书编写过程中，我们得到不少施工单位有经验的同志的帮助，引用了各方面的参考资料，除本书末所注明的主要参考文献外，还参考了《建筑技术》、《建筑施工》、《建筑施工技术》等杂志的大量有关文章，为此，特向积极帮助过我们的同志和有关

参考资料的原作者，表示衷心的感谢！并对为本书付出辛勤劳动的编辑同志表示衷心的感谢！

由于水平有限，难免挂一漏万，欢迎广大读者批评指正。

编者

1994年12月

于湖南大学

目 录

第一章 现浇钢筋混凝土结构通用施工方法	(1)
第一节 模板工程	(1)
一、模板的种类与要求	(1)
二、定型模板及支模工具	(2)
三、模板设计	(15)
四、模板施工	(19)
第二节 钢筋工程	(21)
一、钢筋的要求	(21)
二、钢筋冷加工	(28)
三、钢筋连接	(30)
第三节 混凝土工程	(36)
一、混凝土制备与运输	(37)
二、混凝土浇筑与养护	(42)
三、混凝土质量检查	(45)
四、混凝土外加剂与掺合材料	(56)
第二章 高层框架结构施工	(63)
第一节 全现浇框架结构施工	(63)
一、模板工程	(63)
二、钢筋连接	(89)
三、混凝土施工	(106)
第二节 装配式预制框架结构施工	(149)
一、施工工艺	(150)
二、质量要求	(156)
第三节 现浇柱预制梁、板框架结构施工	(157)
一、先浇筑柱子混凝土,后吊装预制梁、板	(158)
二、先吊装梁、板,后浇筑柱子混凝土	(161)

第三章 高层建筑大模板施工	(164)
第一节 大模板工程的类型	(164)
一、大模板施工工艺及其优缺点	(164)
二、大模板工程的类型	(164)
第二节 大模板施工的准备工作的	(165)
第三节 全大模板现浇结构体系的施工	(166)
一、施工工艺流程	(166)
二、大模板组装	(166)
三、全大模板现浇结构施工	(170)
四、施工安全技术	(174)
第四章 高层建筑液压滑升模板施工	(176)
第一节 概述	(176)
第二节 液压滑升模板施工装置	(177)
一、液压滑升模板的设计荷载	(177)
二、液压提升系统	(179)
三、模板系统的设计	(193)
四、操作平台系统	(201)
第三节 高层建筑滑升模板的基本工艺	(204)
一、模板的组装	(204)
二、钢筋绑扎	(206)
三、混凝土浇筑	(207)
四、模板滑升	(211)
五、水平与垂直度的控制	(214)
六、模板的拆除	(219)
第四节 高层建筑滑升模板施工工艺	(220)
一、“滑一浇一”施工工艺	(220)
二、“滑三浇一”施工工艺	(225)
第五节 泵送混凝土在高层建筑滑模施工中的应用(实例)	(230)
第五章 高层升板结构施工	(235)
第一节 升板工艺的优点	(235)

第二节	升板施工的基本工艺	(236)
一、	升板结构的柱子	(236)
二、	楼板浇筑	(240)
三、	楼板(屋面板)提升	(248)
四、	升板结构节点	(255)
第三节	群柱稳定计算及稳定措施	(256)
一、	群柱稳定计算原则	(256)
二、	群柱稳定性验算	(257)
三、	升板中群柱稳定计算示例	(260)
四、	群柱的稳定措施	(263)
第四节	楼板隔离层破离与“盆式升板”工艺	(266)
第六章	筒体结构施工	(269)
第一节	筒体结构的施工特点和方案选择	(269)
第二节	提模施工工艺	(271)
一、	工艺原理和特点	(271)
二、	提模系统的设计与施工	(273)
三、	提模系统的制作和组装	(282)
四、	提模法施工工艺	(284)
第三节	永久性模板	(289)
一、	预制混凝土薄板	(289)
二、	压型钢板	(298)
第七章	高层建筑混凝土结构冬季施工	(301)
第一节	混凝土冬季施工的基本理论	(301)
一、	概述	(301)
二、	混凝土受冻及受冻临界强度	(302)
三、	混凝土冬季施工防冻害的措施	(308)
四、	混凝土冬季施工的化学外加剂	(309)
五、	化学防冻外加剂的设计理论和设计方案	(318)
第二节	混凝土冬季施工原材料的配制、运输与浇筑成型	(320)
一、	混凝土原材料的选配	(320)
二、	混凝土原材料的加热和搅拌	(323)

三、混凝土的运输及温度损失计算	(327)
四、混凝土的浇筑	(328)
五、混凝土入模后养护起始温度 t_0 的计算	(329)
第三节 混凝土冬季施工的方法	(330)
一、概述	(330)
二、混凝土非加热养护法	(332)
三、混凝土加热养护法	(334)
第四节 非大体积混凝土蓄热冷却理论	(349)
一、混凝土冷却计算理论的研究进展	(349)
二、B. T. Скраттаев 公式	(353)
三、吴震东蓄热微分方程	(356)
四、吴震东公式的简化计算和计算表格	(367)
五、吴震东公式的应用范围	(395)
第五节 高层建筑结构混凝土冬季施工	(396)
一、高层建筑混凝土冬季施工的方法与特点	(396)
二、高层剪力墙结构混凝土冬季施工	(396)
三、高层框架结构混凝土冬季施工	(403)
第六节 混凝土冬季施工的测温与强度检验	(407)
一、混凝土冬季施工的测温	(407)
二、混凝土冬季施工强度的检验	(408)
主要参考文献	(412)
附	(414)

第一章 现浇钢筋混凝土结构 通用施工方法

第一节 模板工程

一、模板的种类与要求

模板是一种临时性结构，它按设计要求制作，使混凝土结构、构件按规定的位置、几何尺寸成型，保持其正确位置，并承受模板自重及其作用在其上的荷载。模板工程的目的，是保证混凝土工程质量与施工安全、加快施工进度和降低工程成本。

据有关资料介绍，不同工程中每 m^3 混凝土的模板用量如表 1-1 所示。用于支模、拆模耗去的劳动量约占混凝土工程全部劳动量 $1/4 \sim 5/11$ 。从工期来看，模板工程占混凝土结构工程施工工期的比重也很大，现浇钢筋混凝土框架结构一般占 $50\% \sim 60\%$ ；内浇外挂高层民用住宅一般占 $25\% \sim 30\%$ 。由此可见在混凝土结构工程施工中模板工程的重要性。

表 1-1 每 m^3 混凝土的模板用量(m^2)

工程类别	模板用量
工业与民用建筑基础	1.8
工业与民用建筑上部结构	5~14
筒仓工程	6~9
冷却塔	10
大型工业设备基础	1.5~2.0
桥墩	1.5~2.0
市政工程排水沟	2.5
市政工程沉淀池	4.5~5.0

40 多年来，我国现浇混凝土结构模板的发展，大体可分为四个阶段：①50 年代我国现浇结构模板主要采用传统的手工拼装木模板，耗用木材量大，施工方法落后。②60 年代为了节约木材，提高工效，开始推广定型模板和钢木混合模板，并在烟囱、筒仓结构施工中出

现提模与滑模等工艺。③70 年代初，我国开始贯彻“以钢代木”方

针，发展钢模板。由于其使用灵活、通用性强等特点，是当前采用最广的一种模板，1984年已占现浇模板使用面积的45%。④80年代中期以来，现浇结构模板趋向多样化，发展更为迅速。主要有胶合板模板、塑料模板、玻璃钢模板、压型钢模、钢木（竹）组合模板、装饰混凝土模板等。采用这些模板，一般来说，能减轻劳动强度，加快施工进度。但玻璃钢模板、铝合金定型模板等成本较高，只为少数单位试用。

模板的材料宜选用钢材、胶合板、塑料等，模板支架的材料宜选用钢材等，材料的材质应符合有关的专门规定。当采用木材时，其树种可根据各地区实际情况选用，材质不宜低于Ⅲ等材。

模板及其支架必须符合下列规定：保证工程结构和构件各部分形状尺寸和相互位置的正确；具有足够的承载能力、刚度和稳定性，能可靠地承受新浇筑混凝土的自重和侧压力，以及在施工过程中所产生的荷载；构造简单，装拆方便，并便于钢筋的绑扎、安装和混凝土的浇筑、养护等要求；模板的接缝不应漏浆。

二、定型模板及支模工具

（一）定型模板的种类

常见的定型模板一般为木定型模板、木胶合板定型模板、钢木定型模板及钢定型模板。

1. 木定型模板

可利用短、窄、废旧板材拼制，其构造简单，制作方便，缺点是耐久性差。模板尺寸一般为1000×500mm。

2. 木胶合板定型模板

把木定型模板的面板换成厚度一般为12mm的防水胶合板，目前的胶合板模板大都是该体系。胶合板与木板相比，有比较稳定的刚度，精度高，重量轻，对角线方向无变形，耐久性好，加工性能好，省力。故而发展迅速。

3. 钢木定型模板

一种是钢边框与短料木板拼制的，短料木板板面要与边框做

平，尺寸一般为1000×500mm。另一种是钢框与防水胶合板组成的，防水胶合板平铺在钢框上，用沉头螺栓与钢框连牢。

4. 钢定型模板

常用的组合钢模板由钢模板和配件两部分组成。其中钢模板包括平面模板、阳角模板、阴角模板和连接角模。配件的连接件包括U形卡、L形插销、钩头螺栓、紧固螺栓、对拉螺栓、扣件等；配件的支承件包括柱箍、钢楞、支柱、斜撑、钢桁架等。

钢模板采用模数制设计，模板宽度以50mm进级，长度以150mm进级。钢板厚度宜采用2.3mm或2.5mm，封头横肋板及中间加肋板的厚度用2.8mm。钢模板应能横竖拼装。

组合钢模板示意图见图1-1，其规格如表1-2。

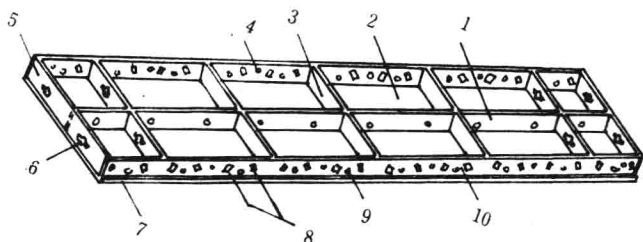


图 1-1 钢模板透视图

1. 中纵肋 2. 板面 3. 中横肋 4. 钉孔 5. 端横肋
6. 插销孔 7. 突棱 8. 凸鼓 9. U型卡孔 10. 边纵肋

表 1-2 组合钢模板规格

规格 (mm)	平面模板	阴角模板	阳角模板	连接角模
宽度	100, 150, 200, 250, 300	100×150 150×150	50×50 100×100	50×50
长度	450, 600, 750, 900, 1200, 1500			
肋高	55			

钢模板规格编码见表1-3。

表 1-3

钢模板规格编码表

模板名称		模 板 长 度 (mm)						
		450		600		750		
		代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸	
平面 模板 代号 (P)	宽度 (mm)	300	P3004	300×450	P3006	300×600	P3007	300×750
		250	P2504	250×450	P2506	250×600	P2507	250×750
		200	P2004	200×450	P2006	200×600	P2007	200×750
		150	P1504	150×450	P1506	150×600	P1507	150×750
		100	P1004	100×450	P1006	100×600	P1007	100×750
阴角模板		E1504	150×150 ×450	E1506	150×150 ×600	E1507	150×150 ×750	
(代号 E)		E1004	100×150 ×450	E1006	100×150 ×600	E1007	100×150 ×750	
阳角模板		Y1004	100×100 ×450	Y1006	100×100 ×600	Y1007	100×100 ×750	
(代号 Y)		Y0504	50×50 ×450	Y0506	50×50 ×600	Y0507	50×50 ×750	
连接角模 (代号 J)		J0004	50×50 ×450	J0006	50×50 ×600	J0007	50×50 ×750	
模板名称		模 板 长 度 (mm)						
		900		1200		1500		
		代号	尺寸	代号	尺寸	代号	尺寸	
平面 模板 代号 (P)	宽度 (mm)	300	P3009	300×900	P3012	300×1200	P3015	300×1500
		250	P2509	250×900	P2512	250×1200	P2515	250×1500
		200	P2009	200×900	P2012	200×1200	P2015	200×1500
		150	P1509	150×900	P1512	150×1200	P1515	150×1500
		100	P1009	100×900	P1012	100×1200	P1015	100×1500
阴角模板		E1509	150×150 ×900	E1512	150×150 ×1200	E1515	150×150 ×1500	
(代号 E)		E1009	100×150 ×900	E1012	100×150 ×1200	E1015	100×150 ×1500	
阳角模板		Y1009	100×100 ×900	Y1012	100×100 ×1200	Y1015	100×100 ×1500	
(代号 Y)		Y0509	50×50 ×900	Y0512	50×50 ×1200	Y0515	50×50 ×1500	
连接角模 (代号 J)		J0009	50×50 ×900	J0012	50×50 ×1200	J0015	50×50 ×1500	

(二) 定型模板的连接工具

定型模板的连接除木模采用螺栓与圆钉外，一般采用 U 形卡、L 形插销、钩头螺栓、对拉螺栓、坚固螺栓和扣件等。

1. U 形卡 用于钢模纵横向自由拼接的主要连接件 (图 1-

2)。相邻模板的 U 形卡安装距离一般不大于 300mm，即每隔一孔卡插一个。

2. L 形插销 用来插入钢模板端部横肋的插销孔内（图 1-3），增强两相邻模板接头处的刚度和保证接头处板面平整。

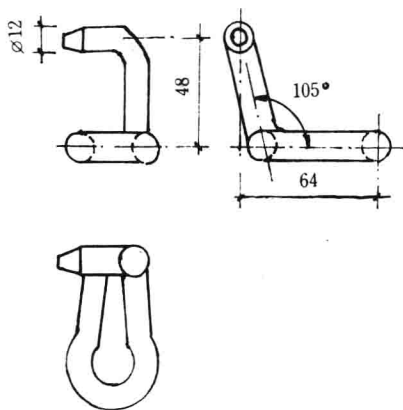


图 1-2 U 型卡示意图

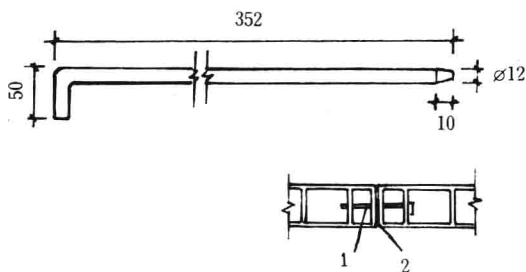


图 1-3 L 型插销示意图

1. L 型插销 2. 模板端部

3. 钩头螺栓 用于钢模板与内外钢楞的连接固定（图 1-4）。安装间距一般不大于 600mm。长度应与采用的钢楞尺寸相适应。

4. 紧固螺栓 用于紧固内外钢楞（图 1-5），长度应与采用的钢楞尺寸相适应。

5. 对拉螺栓 用于连接墙壁两侧模板（图 1-6），对拉装置的

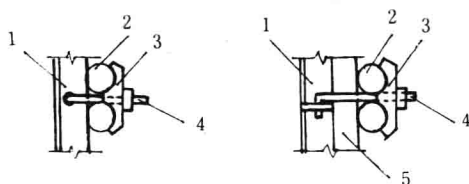
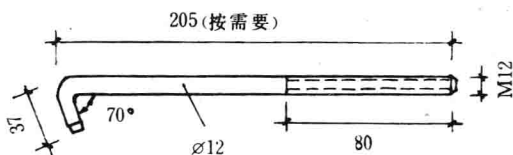


图 1-4 钩头螺栓示意图

1. 模板 2. 横楞 3. 3型扣件 4. 钩头螺栓 5. 直楞

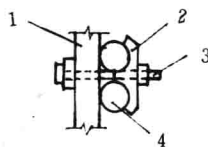
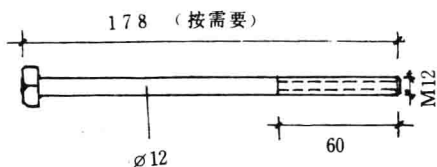


图 1-5 紧固螺栓示意图

1. 直楞 2. 3型扣件 3. 紧固螺栓 4. 横楞

种类和规格尺寸，可按设计要求和供应条件选用。螺栓粗细应保证安全承受混凝土的侧压力。

6. 扣件 用于钢楞与钢模板或钢楞之间的扣紧(图 1-7)。扣件分大小两种，与钢楞配套使用，按钢楞的不同形状，分别采用蝶形扣件和 3 形扣件。扣件的刚度与配套螺栓的强度相适应。扣

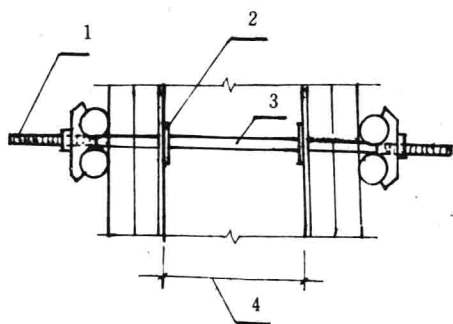
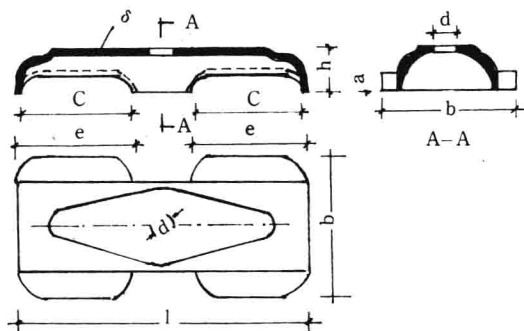
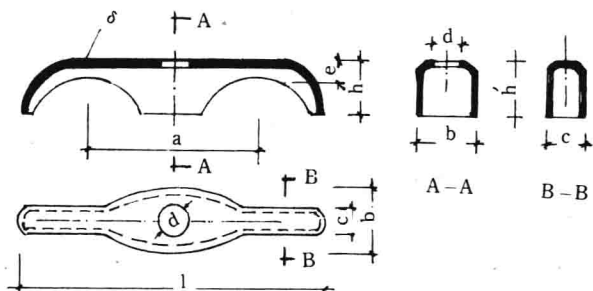


图 1-6 对拉螺栓示意图

1. M12 对拉螺栓 2. 钢板撑头 3. $\phi 12$ 4. 混凝土墙壁厚件的规格如表 1-4。



(a) 蝶形扣件示意图



(b) 3形扣件示意图

图 1-7 扣件示意图

表 1-4 扣件规格表 (mm)

名称	型号	a	b	c	d	e	f	l	h
蝶形	大号	15	74	53	φ18	61	3.5	145	30
	小号	10	60	43	φ16	49	3	122	20
3形	大号	92	40	22	φ15	13	2.5	175	32
	小号	66	25	14	φ15	9	2	120	22

(三) 支承工具

1. 钢楞

即模板的横档与立档,分内钢楞和外钢楞。几种用作钢楞的型钢的力学性能见表 1-5。

表 1-5 各种型钢规格和力学性能表

规格 (mm)	截面积 A (cm ²)	重量 (kg/m)	截面惯性矩 I _x (cm ⁴)	截面最小抵抗矩 W _x (cm ³)
扁钢 -70×5	3.5	2.75	14.29	4.08
角钢 L75×25×3.0 L80×35×3.0	2.91	2.28	17.17	3.76
	3.30	2.59	22.49	4.17
钢管 φ48×3.0 φ48×3.5 φ51×3.5	4.24	3.33	10.78	4.49
	4.89	3.84	12.19	5.08
	5.22	4.10	14.81	5.81
矩形钢管 □60×40×2.5 □80×40×2.0 □100×50×3.0	4.57	3.59	21.88	7.29
	4.52	3.55	37.13	9.28
	8.64	6.78	112.12	22.42
冷弯槽钢 [80×40×3.0 [100×50×3.0	4.50	3.53	43.92	10.98
	5.70	4.47	88.52	12.20
内卷边槽钢 □80×40×15×3.0 □100×50×20×3.0	5.08	3.99	48.92	12.23
	6.58	5.16	100.28	20.06
槽钢 [8	10.24	8.04	101.30	25.30

内钢楞配置方向一般应与钢模板垂直,直接承受钢模板传来的荷载,其间距按荷载等级和钢模板的力学性能计算确定。一般采用 700~900mm。外钢楞用来承受内钢楞传来的荷载或用以加强模板结构的整体刚度和调整平直度。外钢楞常用对抗螺栓穿过模板以承受混凝土的侧压力。

当内钢楞采用间距为 75cm 时,外钢楞支点最大间距选用参见表 1-6。