

建筑工程施工工艺标准

混凝土结构工程 施工工艺标准

广东省建筑工程集团有限公司

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

混凝土结构工程施工工艺标准

广东省建筑工程集团有限公司

主 编 赵资钦

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

为了加强施工技术管理,规范建筑混凝土结构工程施工工艺,在符合设计要求、满足使用功能和国家及广东省相关标准的条件下,达到技术先进、经济合理,保证工程质量、环境保护和安全施工的目的,广东省建建筑工程集团有限公司组织制定了本标准。本标准主要包括:总则、模板与脚手架工程施工技术标准、钢筋工程施工技术标准、现浇混凝土结构工程施工技术标准等。本标准结合南方的季节气候特点,可广泛应用于以广东为代表的南方地区的建筑工程。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构工程施工工艺标准/赵资钦主编. —徐州:

中国矿业大学出版社,2009.12

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0551 - 3

I. 混… II. 赵… III. 混凝土结构—建筑工程—工程施工—标准—中国 IV. TU755-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 226322 号

书 名 混凝土结构工程施工工艺标准

主 编 赵资钦

责任编辑 刘红岗 陈红梅

责任校对 张海平 潘利梅

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516) 83885307 83884995

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 387 千字

版次印次 2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

定 价 48.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《建筑工程施工工艺标准》

编写委员会

主 任	赵资钦			
副 主 任	刘联伟			
委 员	陈春光	邓智文	梁剑明	杨广林
	钟显奇	邱秉达	古佳林	何汉林
	麦国文	陈展群	徐天平	周湘渝
	梁伟雄			

《混凝土结构工程施工工艺标准》

编写人员

主 编	赵资钦			
副 主 编	刘联伟	陈守辉		
参编人员	陈春光	杨广林	邱秉达	何汉林
	邱 黎	黄 健	梁剑明	柯传杰
	古佳林	徐天平	周湘渝	耿凌鹏
	麦国文	梁伟雄	赖小江	

主编单位 广东省建筑工程集团有限公司

参编单位 广东省第一建筑工程有限公司

广东省第二建筑工程公司

广东省第四建筑工程公司

广东省建筑工程机械施工有限公司

广东省建筑科学研究院

广东省建工设计院

广东省建筑工程监理公司

前 言

我国自2002年3月1日起进行施工技术标准改革,相继发布了《建筑工程质量验收统一标准》和配套的分项工程质量验收规范,实行建筑法规与技术标准相结合的体制,并把施工工艺标准定位为企业内控的标准,形成对落实和执行新规范的支持体系,使得各建筑企业必须把企业技术标准的建设放在企业发展战略中的重要位置。2005年,建设部《关于加快建筑业改革与发展的若干意见》(建质[2005]119号文)中也明确提出了“大型建筑业企业是建筑业技术创新的主力,要建立企业技术中心,加大科技投入,重视人才培养,加强企业标准建设,加强工艺和工程技术研发,重视引进技术消化、吸收与创新,重视工法的总结和提高,发展具有自主知识产权的专利和专有技术。”这也说明了加快加强企业标准建设是建筑业发展中刻不容缓的一项任务。

广东省建筑工程集团有限公司(以下简称集团)作为广东省建筑行业的龙头企业,一贯重视企业技术标准的建设。为更有效地发挥集团的技术优势,进一步提高集团的市场竞争力,顺应国家关于标准化建设体制改革新形势的要求,集团成立了由主管技术工作的副总经理担任负责人,由集团及下属专业公司长期奋战在施工一线的具有丰富施工经验的技术专家、技术骨干组成的企业技术标准编写委员会,进行企业技术标准的编制、审核及发布工作。在编写过程中,先后经历了标准编写方案制定、构建基本框架、明确编写细则、统一编写要求等阶段,最后才进入各分册具体编写阶段,保证了编写质量,也确保了所编写的标准是集团多年来宝贵施工经验的总结,是集团工程技术人员智慧的结晶。

本册《混凝土结构工程施工工艺标准》是根据有关施工验收规范,结合集团及所属相关单位工程施工经验编制,分为总则、模板与脚手架工程施工技术标准、钢筋工程施工技术标准、现浇混凝土结构工程施工技术标准等,涵盖了混凝土结构工程施工常见的施工工艺。每项施工工艺标准包括适用范围、质量标准、施工准备、施工工艺、质量控制要点、成品保护、质量通病及防治、安全及环保控制要点、季节性施工措施(受季节影响较大的工序)等9个方面内容。

本标准是以施工质量验收规范为依据,以建设部“验评分离,强化验收,完善手段,过程控制”的十六字方针为指导思想而编制的系列标准,可作为企业执行国家标准、行业标准及地方标准的配套实施文件,也可应用于施工组织设计(施工方案)编制、投标方案制定、技术交底、施工过程质量控制及质量验收检查、技术人员培训等。

本标准编制时以不低于现行国家标准、行业标准及地方标准为原则,执行中若有与现行国家标准、行业标准及地方标准相矛盾之处,须以现行国家标准、行业标准及地方标准为准。

由于水平所限,丛书中若有疏漏错误之处,敬请读者予以批评改正。

编 者

目 录

1 总则	1
2 模板与脚手架工程施工技术标准	2
2.1 一般规定	2
2.2 模板与脚手架的设计	3
2.2.1 模板及其支架体系设计的内容及原则	3
2.2.2 模板及其支架体系设计的荷载计算及荷载组合	3
2.2.3 模板及其支架体系设计的挠度要求	6
2.2.4 模板及其支架体系设计的计算内容	7
2.3 模板安装与拆除	8
2.3.1 竹、木胶合模板	8
2.3.2 组合模板	18
2.3.3 压型钢板模板	28
2.3.4 全钢大模板	35
2.3.5 液压滑动模板	41
2.4 脚手架搭设	51
2.4.1 门式支撑架	51
2.4.2 扣件式钢管脚手架(外脚手架、模板支撑架)	55
2.4.3 碗扣式脚手架	65
2.4.4 高支模施工	67
3 钢筋工程施工技术标准	75
3.1 一般规定	75
3.2 钢筋原材料	75
3.2.1 适用范围	75
3.2.2 适用规范、规程	75
3.2.3 钢筋原材料的选用要求	76
3.2.4 钢筋原材料的选用标准	76
3.2.5 质量控制要点	78
3.2.6 成品保护	78
3.2.7 质量通病及防治	78

3.3 钢筋加工	79
3.3.1 适用范围	79
3.3.2 质量标准	79
3.3.3 施工准备	80
3.3.4 施工工艺	80
3.3.5 质量控制要点	83
3.3.6 成品保护	84
3.3.7 质量通病及防治	84
3.3.8 安全及环保控制要点	84
3.4 钢筋连接	85
3.4.1 钢筋焊接	85
3.4.2 钢筋机械连接	100
3.5 钢筋安装	113
3.5.1 基础、底板钢筋安装	113
3.5.2 剪力墙钢筋安装	118
3.5.3 现浇框架结构(梁、板、柱)钢筋安装	121
4 现浇混凝土结构工程施工技术标准	125
4.1 一般规定	125
4.2 混凝土原材料的选用及配合比设计	126
4.2.1 适用范围	126
4.2.2 适用规范、规程	126
4.2.3 原材料的选用	126
4.2.4 配合比设计	144
4.2.5 原材料及配合比的质量验收标准及质量记录	158
4.3 混凝土的制备和运输	160
4.3.1 适用范围	160
4.3.2 质量标准	161
4.3.3 施工准备	161
4.3.4 施工工艺	162
4.3.5 质量控制要点	166
4.3.6 成品保护	169
4.3.7 质量通病及防治	169
4.3.8 安全及环保控制要点	169
4.4 普通现浇混凝土结构	170
4.4.1 现浇梁、板混凝土结构	170
4.4.2 现浇混凝土结构竖向构件	181
4.5 预应力混凝土结构	186

4.5.1 适用范围	186
4.5.2 质量标准	186
4.5.3 后张法无黏结预应力混凝土结构	186
4.5.4 后张法有黏结预应力混凝土结构	197
4.6 大体积混凝土	208
4.6.1 适用范围	208
4.6.2 质量标准	208
4.6.3 施工准备	208
4.6.4 施工工艺	209
4.6.5 质量控制要点	213
4.6.6 成品保护	213
4.6.7 质量通病及防治	231
4.6.8 安全及环保控制要点	215
4.6.9 季节性施工措施	216
4.7 钢管(骨)柱高性能混凝土	216
4.7.1 适用范围	216
4.7.2 质量标准	216
4.7.3 施工准备	216
4.7.4 施工工艺	217
4.7.5 质量控制要点	222
4.7.6 成品保护	223
4.7.7 质量通病及防治	223
4.7.8 安全及环保控制要点	223
4.8 清水混凝土	224
4.8.1 适用范围	224
4.8.2 质量标准	225
4.8.3 施工准备	225
4.8.4 施工工艺	226
4.8.5 质量控制要点	230
4.8.6 成品保护	233
4.8.7 质量通病及防治	234
4.8.8 安全及环保控制要点	235

1 总 则

(1) 本标准适用于一般工业与民用建筑工程施工工程,属于企业标准。

(2) 本标准主要结合《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)及相关的现行钢筋混凝土各分项专业工程技术规程和质量验收规范的要求进行编制。本标准充分结合了我南方地区的季节气候特点以及特殊的地理条件,因此可广泛应用于以广东为代表的我国南方地区的建筑工程。

(3) 本标准重点阐述施工过程的控制,并结合建设部 2005 年颁布的建筑业 10 项新技术,体现了技术管理和施工工艺的先进性,具有很强的施工现场指导性和可操作性。

2 模板与脚手架工程施工技术标准

现浇混凝土结构施工所用模板工程的造价约占混凝土结构工程总造价的 1/3,总用工量的 1/2。因此,采用先进的模板技术,对于提高工程质量、加快施工速度、提高劳动生产率、降低工程成本和实现文明施工都具有十分重要的意义。

2.1 一般规定

(1) 施工前,应根据结构施工图及施工现场实际条件,编制模板工程施工设计,作为工程项目施工组织设计的一部分。模板工程施工设计应包括以下内容:

① 绘制配板(模板)设计图、连接件和支承系统布置图,以及细部结构、异形模板和特殊部件详图;

② 根据结构构造形式和施工条件,对模板和支承系统等进行力学验算;

③ 制订模板及配件的周转使用计划,编制模板和配件的规格、品种与数量明细表;

④ 制订模板安装及拆模工艺,以及安全技术措施。

(2) 模板设计结构应构造合理,选材适当,符合基本规定要求。模板材料宜选用钢材、胶合板、竹胶板、塑料。模板支架宜选用钢材(型钢、钢管)或钢木结构,选用木材的材质不宜低于Ⅲ等材。

(3) 模板尺寸准确,板面平整;具有足够的承载力、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施工中产生的荷载;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与养护等要求。

(4) 模板选择:所选用的模板体系要先进、合理、适用,能有效控制工程质量。墙模板可选用大钢模板、小钢模板、木制大模板、拼装式钢竹组合大模板;柱模板可选择定型钢模板、多层板和双面覆膜竹胶板组拼;梁、楼板模板可选择双面覆膜竹胶板、多层板;门窗洞口模板可采用便于拆装的木模;电梯井筒模可采用整体式筒模;楼梯模板可采用定型钢制模板;超高层或高层,尤其是钢结构的核心筒,宜优先采用“液压爬升模板”;后浇带及施工缝位置可采用快易收口网作为永久性模板。

(5) 模板的配板设计应绘制配板图,标出钢模板的位置、规格型号和数量。预组装大模板应标绘出其分界线。预埋件和预留孔洞的位置,应在配板图上标明,并注明固定方法。

(6) 在浇筑混凝土前,应对模板工程进行验收。周转次数较多的模板,要经过筛选和仔细的修理,使模板的质量满足创优工程的需要。钢模板安装前,要对模板板面涂刷脱模剂的效果进行验收,不允许未清理干净的模板或脱模剂涂刷质量不高的模板进入安装作业面,避免因此造成混凝土粘模,影响混凝土观感效果。

(7) 推广应用新型模板体系:覆面木胶板模板及无框木胶板模板体系;钢框胶合板模板体系;55 型宽面钢模板和 70 型钢模板、清水混凝土模板、早拆模板体系。

2.2 模板与脚手架的设计

现浇混凝土结构施工用的模板,是保证混凝土结构构件按设计要求浇筑混凝土成型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(混凝土侧压力)和垂直荷载(模板自重、材料和施工荷载),必须有足够的承载能力和刚度,必须进行模板及其支撑系统的设计和稳定验算。

2.2.1 模板及其支架体系设计的内容及原则

模板及其支架体系的设计内容包括选型、选材、配板、荷载计算、结构设计和绘制模板施工图等。各项设计的内容和详尽程度可根据工程的具体情况和施工条件确定。

模板及其支架体系的设计原则:规格类型和制作数量应兼顾其后续工程的适用性和通用性,宜多标准型、少异型,多通用、多周转,不断改进和创新。

模板及其支架体系的设计应依据工程结构形式、各项荷载、地基土类、施工方法等条件进行。模板及其支架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性,能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载,并应符合国家规范、标准。

模板及其支架拆除的顺序及安全技术措施应按施工技术方案执行。

2.2.2 模板及其支架体系设计的荷载计算及荷载组合

(1) 模板及其支架设计计算应考虑以下荷载:

① 模板及其支架自重标准值 G_{1K} :应根据模板设计图纸计算确定肋形或无梁楼板自重标准值,应按表 2.2.2-1 采用楼板模板自重标准值。

表 2.2.2-1

楼板模板自重标准值

单位: kN/m^2

序号	模板构件的名称	木模板	定型组合钢模板	钢框胶合板模板
1	平板的模板及小楞	0.30	0.50	0.40
2	楼板模板(其中包括梁的模板)	0.50	0.75	0.60
3	楼板模板及其支架(楼层高 $<4\text{ m}$)	0.75	1.10	0.95

② 新浇筑混凝土自重标准值 G_{2K} :普通混凝土采用 24 kN/m^3 ,其他混凝土可根据实际重力密度确定。

③ 钢筋自重标准值 G_{3K} :梁为 1.5 kN/m^3 ,楼板为 1.1 kN/m^3 。

④ 浇筑混凝土时模板侧面的压力标准值 G_{4K} ,由下列两式确定的 F 值的较小值为 G_{4K} :

$$F = 0.22\gamma_c t_0 \beta_1 \beta_2 v^{1/2}$$

$$F = \gamma_c H$$

式中 F ——新浇筑混凝土对模板的最大侧压力, kN/m^2 ;

γ_c ——混凝土的重力密度, kN/m^3 ;

v ——混凝土的浇筑速度, m/h ;

t_0 ——新浇筑混凝土的初凝时间, h ,可由试验确定;当缺乏试验资料时,可由 $t_0 = 200/(T+15)$ (其中, T 为混凝土的温度, $^{\circ}\text{C}$) 计算确定;

β_1 ——外加剂影响系数,不掺外加剂时取 1.0,掺加具有缓凝作用的外加剂时取 1.2;

β_2 ——混凝土坍落度影响修正系数,当坍落度小于 30 mm 时取 0.85,当坍落度为 50~90 mm 时取 1.0,当坍落度为 110~150 mm 时取 1.15;

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇筑混凝土顶面的总高度, m。

⑤ 施工人员及施工设备荷载标准值 Q_{1K} :当计算模板和直接支承模板的小楞时,均布活荷载取 2.5 kN/m^2 ,再用集中荷载 2.5 kN 进行验算,比较二者所得的弯矩取其大值;当计算直接支承小楞结构构件时,均布活荷载标准值取 1.5 kN/m^2 ;当计算支架立杆及其他支承结构构件时,均布活荷载标准值取 1.0 kN/m^2 。

⑥ 振捣混凝土时产生的荷载标准值 Q_{2K} :水平面取 2 kN/m^2 ,垂直面取 4 kN/m^2 。

⑦ 倾倒混凝土所产生的荷载标准值 Q_{3K} :对垂直面模板产生的水平荷载标准值按表 2.2.2-2 采用。

表 2.2.2-2

倾倒混凝土时产生的水平荷载标准值

单位: kN/m^2

序号	向模板内供料方法	水平荷载
1	溜槽、串筒或导管	2
2	容量小于 0.2 m^3 的运输器具	2
3	容量为 $0.2 \sim 0.8 \text{ m}^3$ 的运输器具	4
4	泵送混凝土及容量大于 0.8 m^3 的运输器具	6

⑧ 除上述 7 项荷载外,当水平模板支撑结构的上部继续浇筑混凝土时,还应考虑由上部传递下来的荷载。

⑨ 风荷载标准值:按《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)中的规定采用。

(2) 计算模板及支架构件的强度、刚度时,应采用荷载设计值,即以荷载标准值乘以荷载分项系数,荷载分项系数见表 2.2.2-3。

表 2.2.2-3

荷载分项系数

荷载类别		分项系数
恒载	模板及支架自重	1.2
	新浇筑混凝土自重	
	钢筋自重	
	新浇筑混凝土对模板侧面的压力	
活载	施工人员及施工设备荷载	(1.4,对标准值大于 4 kN/m^2 的活荷载应取 1.3)
	振捣混凝土时产生的荷载	
	倾倒混凝土时产生的荷载	
风荷载		

注:钢模板及其支架的荷载设计值可乘以系数 0.95 予以折减。采用冷弯薄壁型钢时其荷载设计值不应折减。对木模板及其支架的设计,当木材含水率小于 25% 时,其荷载设计值可乘以 0.9 系数予以折减;在风荷载作用下,验算模板及其支架的稳定性时,其基本风压值可乘以 0.8 系数予以折减。

(3) 模板及支架的计算荷载组合可参考表 2.2.2-4。

表 2.2.2-4 模板及支架的计算荷载组合

序号	项 目	荷 载 组 合	
		计算承载力	验算挠度
1	平板和薄壳的模板及支架	$G_{1K} + G_{2K} + G_{3K} + Q_{1K}$	$G_{1K} + G_{2K} + G_{3K}$
2	梁和拱模板的底板及支架	$G_{1K} + G_{2K} + G_{3K} + Q_{2K}$	$G_{1K} + G_{2K} + G_{3K}$
3	梁、拱、柱(边长不大于 300 mm)、墙(厚度不大于 100 mm)的侧面模板	$G_{4K} + G_{2K}$	G_{4K}
4	大体积结构、柱(边长大于 300 mm)、墙(厚度大于 100 mm)的侧面模板	$G_{4K} + G_{3K}$	G_{4K}

注:计算大模板时,荷载组合值应按表 2-2-4 中第 4 项的规定采用,其中 G_{4K} 应为 50 kN/m^2 , Q_{3K} 按表 2.2.2-2 采用,当带有施工作业平台时,还应增加 2 kN/m^2 的施工荷载。

(4) 爬模结构的设计荷载值及其组合应符合下列规定。

① 模板结构设计荷载应包括:

侧向荷载:新浇筑混凝土侧向荷载和风荷载。当为工作状态时按 6 级风计算;当为非工作状态偶遇最大风力时,应采用临时固结措施。

竖向荷载:模板结构自重、机具、设备按实际数据计算,施工人员按 1.0 kN/m^2 计算。

混凝土对模板的上托力:当模板的倾角小于 45° 时,取 $3 \sim 5 \text{ kN/m}^2$;当模板的倾角 $\geq 45^\circ$ 时,取 $5 \sim 12 \text{ kN/m}^2$ 。

新浇混凝土与模板的黏结力:按 0.5 kN/m^2 计算,但确定模板与混凝土之间的摩擦力时,二者之间的摩擦因数取 $0.4 \sim 0.5$ 。

模板结构与滑轨的摩擦力:滚轮与轨道间的摩擦因数取 0.05 ,滑块与轨道间的摩擦因数取 $0.15 \sim 0.5$ 。

② 模板结构荷载组合应符合下列要求:

计算支承架的荷载组合:处于工作状态时,应为竖向荷载加向墙面风荷载;处于非工作状态时,仅考虑风荷载。

计算附墙架的荷载组合:处于工作状态时,应为竖向荷载加背墙面风荷载;处于非工作状态时,仅考虑风荷载。

(5) 液压滑动模板结构的荷载设计值应符合下列规定:

① 液压滑动模板结构设计荷载类别应按表 2.2.2-5 选用。

表 2.2.2-5 液压滑动模板荷载类别

代号	设计荷载名称	荷载种类	分项系数	备 注
G_{1K}	模板结构自重	恒荷载	1.2	按工程设计图纸计算确定
Q_{1K}	操作平台上施工荷载(人员、工具和堆料); 设计平台铺板及檩条 2.5 kN/m^2 ; 设计平台桁架 1.5 kN/m^2 ; 设计围圈及提升架 1.0 kN/m^2 ; 计算支承杆数量 1.0 kN/m^2 ;	活荷载	1.4	若平台上放置手推车、吊罐、液压控制柜、电气焊设备、垂直运输、井架等特殊设备时,应按实际值计算荷载值

续表 2.2.2-5

代号	设计荷载名称	荷载种类	分项系数	备 注
G_{2K}	振捣混凝土侧压力;沿周长方向每米取集中荷载 5~6 kN	恒荷载	1.2	按浇灌高度为 800 mm 左右考虑的侧压力分布情况,集中荷载的作用点在混凝土浇灌高度的 2/5 处
Q_{2K}	模板与混凝土的摩阻力; 钢模板取 1.5~3.0 kN/m ²	活荷载	1.4	—
Q_{3K}	倾倒混凝土时模板承受的冲击力,按作用于模板侧面的水平集中荷载为 2.0 kN/m ²	活荷载	1.4	按用溜槽、串筒或 0.2 m ³ 的运输工具向模板内倾倒考虑
Q_{1K}	操作平台上垂直运输荷载及制动时的刹车力; 平台上垂直运输的额定附加荷载(包括起重量及柔性滑道的张紧力)均应按实计算;垂直运输设备刹车制动力计算公式: $W = (A/g + 1)Q = KQ$	活荷载	1.4	W ——刹车时产生的荷载, N; A ——刹车时的制动减速度, m/s ² , 一般取 g 值的 1/2 倍; g ——重力加速度, 9.8 m/s ² ; Q ——料罐总重量, N; K ——动荷载系数, 在 2~3 取用
风荷载		活荷载	1.4	按《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001)的规定采用,其中风压基本值应乘以 0.75 的折减系数,其抗倾倒系数不应小于 1.15

② 计算液压滑动滑模结构构件的荷载设计值组合应按表 2.2.2-6 计算。

表 2.2.2-6 计算液压滑动滑模结构构件的荷载设计值组合

序号	结构计算项目	荷 载 组 合	
		计算承载能力	验算挠度
1	支承杆计算	$G_{1K} + Q_{1K} + Q_{2K}$ $G_{1K} + Q_{1K} + Q_{4K}$ max	—
2	模板面计算	$G_{2K} + Q_{3K}$	G_{2K}
3	围圈计算	$G_{1K} + G_{2K} + Q_{3K}$	$G_{1K} + G_{2K} + Q_{2K}$
4	提升架计算	$G_{1K} + G_{2K} + Q_{1K} + Q_{2K} + Q_{3K} + Q_{4K}$	$G_{1K} + G_{2K} + Q_{1K} + Q_{2K} + Q_{4K}$
5	操作平台结构计算	$G_{1K} + Q_{1K} + Q_{4K}$	$G_{1K} + Q_{1K} + Q_{4K}$

注:风荷载设计值参与活荷载设计值组合时,其组合后的效应值应乘以 0.85 的组合系数;计算承载能力时应取荷载设计值;验算挠度时应取荷载标准值。

2.2.3 模板及其支架体系设计的挠度要求

(1) 当验算模板及其支架的刚度时,其最大变形值不得超过下列容许值:

- ① 对结构表面外露的模板,其最大变形值为模板构件计算跨度的 1/400;
- ② 对结构表面隐蔽的模板,其最大变形值为模板构件计算跨度的 1/250;
- ③ 支架的压缩变形或弹性挠度,其最大变形值为相应结构计算跨度的 1/1 000。

(2) 组合钢模板结构或其构(配)件的最大变形值不得超过表 2.2.3-1 的规定。

表 2.2.3-1 组合钢模板结构或其构配件的最大允许变形值

部件名称	容许变形值	部件名称	容许变形值
钢模板的面板	≤ 1.5	柱箍	$B/500$
单块钢模板	≤ 1.5	桁架、钢模板结构体系	$L/1\,000$
钢楞	$L/500$	支撑系统累计	≤ 4.0

注: L 为计算跨度, B 为柱宽。

(3) 大模板及其构件的最大变形不得超过表 2.2.3-2 的规定。

表 2.2.3-2 大模板及其构件的最大变形

部件名称	容许变形值	部件名称	容许变形值
大模板的面板	$h/500$	横楞跨中部分	$L/500$
竖向加劲肋	$L_2/500$	竖楞悬臂部分	$L_3/500$
横楞悬臂部分	$a/500$	竖楞跨中部分	$L_1/500$

注: h 为计算面板的短边长度; L 为竖向加劲肋跨度; a 为横楞悬臂跨度; L_2 为竖楞间距; L_3 为竖楞悬臂跨度; L_1 为竖楞计算跨度, 即对拉螺栓的竖距。

(4) 液压滑模装置的部件, 其最大变形值不得超过下列容许值:

① 在使用荷载下, 两个提升架之间围圈的垂直与水平方向的变形值均不得大于其计算跨度的 $1/500$;

② 在使用荷载下, 提升架立柱的侧向水平变形值不得大于 2 mm ;

③ 支承杆的弯曲度不得大于 $2L/1\,000$ 。

(5) 爬模及其部件的最大变形值不得超过下列容许值:

① 爬模应采用大模板, 其最大变形值要求与大模板要求相同;

② 爬架立柱的安装变形值不得大于爬架立柱高度的 $1/1\,000$;

③ 爬模结构的主梁, 根据重要程度的不同, 其最大变形值不得超过计算跨度的 $1/800 \sim 1/500$;

④ 支点间轨道变形值不得大于 2 mm 。

2.2.4 模板及其支架体系设计的计算内容

(1) 模板设计及施工方案中必须要有模板体系的计算, 计算内容为:

① 混凝土侧压力及荷载计算;

② 面板强度及刚度验算;

③ 次龙骨强度及刚度验算;

④ 主龙骨强度及刚度验算;

⑤ 支撑脚手架的强度及稳定验算;

⑥ 对拉螺栓的强度验算;

⑦ 大模板自稳角的验算;

⑧ 支承层承载力验算。

(2) 具体计算方法和计算公式可参考《简明施工计算手册》、《静力计算手册》以及应用中国建筑科学研究院开发的 PKPM 施工现场安全设施计算软件。

2.3 模板安装与拆除

2.3.1 竹、木胶合模板

2.3.1.1 适用范围

混凝土结构用的胶合板模板有木质胶合板和竹胶合板 2 类,具有板幅大、材质轻、承载能力大、表面平整度高的特点,适用于现浇钢筋混凝土结构施工。经覆膜罩面处理后的胶合板,增加了板面的耐久性,脱模性能良好,外观平整光滑,最适用于有特殊要求的(如曲面)、混凝土外表面不加饰处理的清水混凝土工程。

2.3.1.2 质量标准

(1) 基本规定

① 模板制作选材时,同一模板上的背楞厚度、胶合板厚度应分别一致,以保证混凝土的成型质量。

② 应根据混凝土侧压力选用模板背楞截面及间距,以保证墙、柱模板的整体刚度,防止胀模。

③ 应在墙、柱模板下口设清扫口,防止墙、柱夹渣烂根。

(2) 主要指标

① 对跨度不小于 4 m 的现浇钢筋混凝土梁、板,其模板应按设计要求起拱;当设计无具体要求时,起拱高度宜为跨度的 $1/1\,000 \sim 3/1\,000$ 。

② 轴线位置安装偏差不得超过 5 mm。

③ 墙、柱、梁截面尺寸偏差不得超过 +4 mm、-5 mm。

④ 垂直度偏差不得大于 6 mm(层高不大于 5 m)、8 mm(层高大于 5 m)。

2.3.1.3 施工准备

(1) 作业条件

① 模板设计:根据施工的不同部位做好模板设计,根据图纸和工程实际优选模板体系,做出细致可靠的节点设计,编制出模板施工方案。

② 模板备料:模板数量应按模板设计方案结合施工流水段的划分进行综合考虑,合理确定模板的配置数量。

③ 模板涂刷脱模剂,并按规格堆放。

④ 根据图纸要求,放好轴线和模板边线,定好水平控制标高。

⑤ 墙、柱钢筋绑扎完毕,水电管及预埋件已安装,绑好钢筋保护层垫块,并办完隐蔽验收手续。

(2) 技术准备

根据现场施工条件、施工图纸、结构荷载、工期要求等编制模板及其支架体系的设计及施工技术方案,向施工班组进行安全、技术交底。

(3) 材料要求

① 模板:规格、种类必须符合设计要求。其规格、种类按表 2.3.1-1 选用。

表 2.3.1-1

竹、木模板面板及龙骨规格、种类参考表

序号	部位	名 称	规格/mm	备 注
1	面板	防水木胶合板 防水竹胶合板 素胶合板	12,15,18	宜做防水处理
2	龙骨	木方 木梁	50×100,80×80,100×100	
3	背楞	木方、型钢、钢管等	计算确定	

(2) 规格:我国模板采用的木胶合板的规格尺寸如表 2.3.1-2 所列。

表 2.3.1-2

模板用木胶合板规格尺寸

厚度/mm	层数	宽度/mm	长度/mm
12	≥5 层	915	1 830
15	≥7 层	1 220	1 830
18		915	2 135
		1 220	2 440

我国模板采用的竹胶合板的规格如表 2.3.1-3 所列。

表 2.3.1-3

模板用竹胶合板的规格尺寸

长度/mm	宽度/mm	长度/mm	宽度/mm
1 830	915	2 440	1 220
2 000	1 000	3 000	1 500
2 135	915	—	—

混凝土模板用竹胶合板的厚度常为 9,12,15 mm。

(3) 木方:规格、种类必须符合设计要求。

(4) 支架系统:各种定型桁架或钢管支柱、托具、卡具、螺栓、钢门式架、交叉撑、钢管等。

(4) 施工机具:施工机具有吊车(或塔吊)、木工电锯、木工电刨、手电钻、铁木榔头、活动扳手、水平尺、钢管尺(钢卷尺)、托线板、脚手板、撬杠等。

2.3.1.4 施工工艺

2.3.1.4.1 工艺流程

(1) 基础模板:抄平、放线→模板加工或预拼装→模板安装(杯口芯模安装)→安装拉杆或斜撑→校正加固→预验收。

(2) 柱模板:放线→找平、定位→模板加工或预拼装→安装柱模板→安装柱箍、对拉螺栓→安装拉杆或斜撑→校正垂直度→预验收。

(柱模板:放线→找平、定位→模板加工或预拼装→安装柱模板→安装拉杆或斜撑→校正垂直度→安装柱箍、对拉螺栓→预验收。)