

JIANZHU
GONGCHENGMOBANSHIGONGSHOUCE

主 编 杨嗣信
副主编 余志成
侯君伟

建筑

工程模板 施工手册 (第二版)

中国建筑工业出版社

建筑工程模板施工手册

(第二版)

主 编 杨嗣信
副主编 余志成 侯君伟

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程模板施工手册/杨嗣信主编. —2版. —北京:

中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-06582-8

I. 建… II. 杨… III. 建筑工程—模板法施工—
技术手册 IV. TU755.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 046588 号

本书为《建筑工程模板施工手册》(第一版)的修订本,全书共有五个部分,即概述、胶合板模板及木模板、现浇混凝土结构工业化模板、预制混凝土构件钢模板、现浇混凝土结构模板工程设计计算。本书图文并茂,全面介绍了近 20 年来我国在模板技术方面的新工艺、新成果、新产品,可供建筑施工技术人员查阅使用,也可供设计人员和大专院校土建专业师生参考。

* * *

责任编辑:周世明

责任设计:彭路路

责任校对:李志瑛 王 莉

建筑工程模板施工手册

(第二版)

主 编 杨嗣信

副主编 余志成 侯君韩

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

有色曙光印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:34 字数:847 千字

2004 年 11 月第二版 2004 年 11 月第八次印刷

印数:11,701—15,700 册 定价:61.00 元

ISBN 7-112-06582-8

TU·5753(12536)

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>

《建筑工程模板施工手册》

(第二版)

编写人员

组织编写单位:北京双圆工程咨询监理有限公司

主 编:杨嗣信

副主编:余志成 侯君伟

- 1 概述 杨嗣信 吴 璠
 - 2 胶合板模板和木模板 侯君伟
 - 3 现浇混凝土结构工业化模板
 - 3.1 组合式模板
 - 3.1.1 55 型组合钢模板 侯君伟 陆 岭
 - 3.1.2 中型组合钢模板 陶冬顺 孟凡宗 章慧敏
 - 3.1.3 GZ 早拆体系钢框胶合板模板 赵玉章
 - 3.2 工具式模板
 - 3.2.1 大模板 刘恒祥 冯 浩
 - 3.2.2 爬升模板 赵玉章 侯君伟
 - 3.2.3 飞(台)模 侯君伟 阎巧生*
 - 3.2.4 滑动模板 毛凤林
 - 3.2.5 密肋楼盖模壳 丁志文
 - 3.2.6 柱模板 吴 璠 侯君伟
 - 3.2.7 介绍一种新型大模板——铝梁胶合板大模板 刘恒祥
 - 3.3 永久性模板 侯君伟 李国强*
 - 3.4 模板安装与拆除质量检验要求 侯君伟
 - 4 预制混凝土构件钢模板 王绍民
 - 5 现浇混凝土结构模板工程设计计算 张镇华 秦桂娟 魏 炜
- 附录:关于高层建筑施工中现浇楼板的荷载传递与支模层数 侯君伟

注:*为第一版编者

前 言

由于高层建筑的发展,现浇混凝土结构的比重日渐增大,模板工程已成为建筑工程施工中量大面广的工具,它约占混凝土结构工程总造价的 $1/4 \sim 1/3$,劳动量的 $35\% \sim 50\%$,工期的 $50\% \sim 60\%$ 。因此,推广应用先进、适用的模板技术,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,具有十分重要的意义。

自从 20 世纪 70 年代提出“以钢代木”的技术政策以来,到目前,我国的模板技术已向工业化、多样化、体系化方向发展,基本上形成了组合式、工具式和永久式三大系列,共 10 多种模板。预制混凝土构件模板也趋于规范化。

进入 21 世纪,我国的模板技术在原有三大系列的基础上又有了新的进展,在组合式模板中,55 型小钢模修订了规范,广泛推行了刚度较大的中型组合钢模板;在工具式模板中久用不衰的大模板,已向组合式、装配式方向发展,以适应不同开间、进深的需要;爬升模板已从“模板与爬架互爬”、“模板与模板互爬”发展采用液压装置使“模板与爬架导轨同爬”,成为超高层筒体结构施工理想的模板技术;采用木(竹)胶合板为面板,钢或木支架作支撑,用于楼盖或墙体模板,使浇筑的楼(墙)面达到清水混凝土要求;该项技术不仅能用于平直墙面,还可用于曲面,已成为当前的发展时尚。

本手册第二版,正是针对上述模板技术的新发展进行了修订补充,并对极少采用的铸铝模板、隧道模板进行了删改,使本手册的内容更为新颖、实用。修订后的手册内容共分五大部分,即概述、胶合板模板和木模板、现浇混凝土结构工业化模板(内分组合式、工具式、永久式)、预制混凝土构件钢模板和现浇混凝土结构模板工程设计计算。

这次修订,虽然得到各方面的大力支持,但与当前模板技术飞速发展的形势,难免有挂一漏万之虞,加之编者水平所限,难免有不少错误,恳切欢迎广大读者批评指正。

目 录

1 概 述

- 1.1 历史的回顾 1
- 1.2 今后展望 3

2 胶合板模板及木模板

- 2.1 胶合板模板 7
 - 2.1.1 特点 7
 - 2.1.2 种类 7
 - 2.1.2.1 木胶合板模板 7
 - 2.1.2.2 竹胶合板模板 9
 - 2.1.3 胶合板静弯曲强度和弹性模量检验 12
 - 2.1.4 施工工艺 12
 - 2.1.4.1 胶合板模板的配制方法和要求 12
 - 2.1.4.2 胶合板模板施工 13
 - 2.1.4.3 胶合板模板参考资料 15
 - 2.1.5 工具式可调曲线墙体胶合板模板 16
 - 2.1.5.1 构造及作用 16
 - 2.1.5.2 工艺流程 16
 - 2.1.5.3 施工要点 16
- 2.2 木模板 19
 - 2.2.1 木模板的配制、安装和基本要求 19
 - 2.2.2 现浇结构木模板 20
 - 2.2.2.1 基础模板 20
 - 2.2.2.2 墙模板 23
 - 2.2.2.3 柱模板 23
 - 2.2.2.4 梁模板 25

- 2.2.2.5 楼板模板 27
- 2.2.2.6 楼梯模板 28
- 2.2.2.7 门窗过梁、圈梁和雨篷模板 35
- 2.2.2.8 圆形结构模板 36
- 2.2.2.9 圆锥形结构模板 39
- 2.2.3 预制构件模板 43
 - 2.2.3.1 柱子模板 43
 - 2.2.3.2 吊车梁模板 44
 - 2.2.3.3 屋架和薄腹梁模板 45

3 现浇混凝土结构工业化模板

- 3.1 组合式模板 48
 - 3.1.1 55型组合钢模板 48
 - 3.1.1.1 钢模板 48
 - 3.1.1.2 连接件 52
 - 3.1.1.3 支承件 54
 - 3.1.1.4 施工设计 60
 - 3.1.1.5 基础、柱、墙、梁、楼板配板设计 63
 - 3.1.1.6 施工工艺 68
 - 3.1.1.7 钢模板工程安装质量检查及验收 81
 - 3.1.1.8 模板的运输、维修和保管 83
 - 3.1.2 中型组合钢模板 84
 - 3.1.2.1 G-70组合钢模板体系 84
 - 3.1.2.2 G-70组合钢模板组合 97
 - 3.1.2.3 G-70组合钢模板力学性能及用于楼顶板施工工艺 104
 - 3.1.3 GZ工具式早拆体系钢框胶合板模板 110

3.1.3.1 组成与构造	110	3.2.5.1 模壳	311
3.1.3.2 特点与适用范围	117	3.2.5.2 支撑系统	317
3.1.3.3 施工工艺	118	3.2.5.3 施工工艺	318
3.1.3.4 GZ 早拆体系模板的配置与技术 经济特点	120	3.2.6 柱模板	321
3.1.3.5 工程实例	123	3.2.6.1 玻璃钢圆柱模板	321
3.2 工具式模板	124	3.2.6.2 钢柱模	326
3.2.1 大模板	124	3.2.7 介绍一种新型大模板—— 铝梁胶合板大模板	326
3.2.1.1 大模板工程的类型	124	3.3 永久性模板	335
3.2.1.2 大模板的板面材料	125	3.3.1 压型钢板模板	335
3.2.1.3 大模板的构造形式	126	3.3.1.1 压型钢板模板的 特点	335
3.2.1.4 大模板的设计、制作和 维修	153	3.3.1.2 压型钢板模板的种类 及适用范围	336
3.2.1.5 大模板工程施工	158	3.3.1.3 压型钢板模板的材料与 规格	336
3.2.1.6 大模板的拆除	171	3.3.1.4 压型钢板模板的 构造	339
3.2.1.7 大模板施工安全技术 措施	173	3.3.1.5 压型钢板模板的 应用	340
3.2.2 爬升模板	174	3.3.1.6 压型钢板模板安装 安全技术要求	345
3.2.2.1 模板与爬架互爬	175	3.3.2 预应力混凝土薄板 模板	347
3.2.2.2 模板与模板互爬	185	3.3.2.1 预应力混凝土薄板 模板的特点	347
3.2.2.3 模板与爬架联体 爬升	188	3.3.2.2 预应力混凝土薄板 模板的适用范围	348
3.2.3 飞(台)模	217	3.3.2.3 组合板的预应力混凝土 薄板模板	348
3.2.3.1 常用的几种飞模	217	3.3.2.4 非组合板的预应力混凝 土薄板模板	360
3.2.3.2 飞模施工的辅助 机具	234	3.3.3 双钢筋混凝土薄板 模板	362
3.2.3.3 飞模的选用和设计布置 原则	239	3.3.3.1 双钢筋混凝土薄板 模板的特点	362
3.2.3.4 飞模施工工艺	239	3.3.3.2 双钢筋混凝土薄板模板的 适用范围	363
3.2.4 滑动模板	252	3.3.3.3 制作双钢筋混凝土薄板 的材料	363
3.2.4.1 滑模装置	252	3.3.3.4 双钢筋混凝土薄板的 构造与规格	363
3.2.4.2 滑模装置的设计与 制作	274		
3.2.4.3 滑模装置的组装	280		
3.2.4.4 滑模系统的拆除	281		
3.2.4.5 几种结构工程的滑模 组装形式	282		
3.2.4.6 滑框倒模施工工艺	294		
3.2.4.7 滑模施工中一些问题 的处理方法	296		
3.2.4.8 横向结构的施工	304		
3.2.5 密肋楼板模壳	311		

3.3.3.5 双钢筋混凝土薄板的 生产	372	支撑形式	392
3.3.3.6 双钢筋混凝土薄板的 安装	375	4.2 预制构件钢模板设计	393
3.3.4 冷轧扭钢筋混凝土薄板 模板	377	4.2.1 钢模板设计原则与 要求	393
3.3.4.1 冷轧扭钢筋混凝土薄板 模板的特点	377	4.2.2 钢模板设计依据与要素	394
3.3.4.2 冷轧扭钢筋混凝土 薄板的适用范围	378	4.2.3 钢模板设计计算	395
3.3.4.3 制作冷轧扭钢筋混凝土 薄板的材料	378	4.2.3.1 底模弯曲变形计算	395
3.3.4.4 冷轧扭钢筋混凝土薄板的 构造和规格	378	4.2.3.2 底模翘曲变形计算	397
3.3.4.5 冷轧扭钢筋混凝土 薄板的制作	379	4.2.3.3 底模面板设计计算	409
3.3.4.6 冷轧扭钢筋混凝土 薄板的安装	382	4.2.3.4 侧模侧弯变形计算	412
3.4 模板安装与拆除质量检验 要求	383	4.3 钢模板制作要求及质量标准	416
3.4.1 一般规定	383	4.3.1 钢模板制作要求	416
3.4.2 模板安装	384	4.3.2 钢模板质量标准	417
3.4.2.1 主控项目	384	4.3.3 钢模板内腔尺寸检验方法 及量具	419
3.4.2.2 一般项目	384	4.4 预制构件钢模板主要产品	420
3.4.3 模板拆除	386	4.4.1 预应力圆孔板系列钢 模板	420
3.4.3.1 主控项目	386	4.4.2 预应力大型屋面板系列钢 模板	422
3.4.3.2 一般项目	387	4.4.2.1 预应力大型屋面板钢模	423
4 预制混凝土构件钢模板		4.4.2.2 嵌板钢模	425
4.1 钢模板的分类与结构构造	388	4.4.2.3 挑檐板钢模	425
4.1.1 钢模板分类	388	4.4.2.4 天沟板钢模	426
4.1.1.1 按构件生产方法分类	388	4.4.3 成组立模	426
4.1.1.2 按混凝土构件类型分类	388	4.4.3.1 悬挂式偏心块振动成组 立模	426
4.1.2 钢模板的结构构造	389	4.4.3.2 悬挂式柔性隔板振动 成组立模	428
4.1.2.1 钢模板底模的一般 结构形式	389	4.4.4 大型平面建筑构件钢 模板	431
4.1.2.2 钢模板底模几种典型 结构构造	389	4.4.4.1 外墙板钢模	431
4.1.2.3 钢模板侧模的截面 形式	391	4.4.4.2 大模板三点支承模板车	432
4.1.2.4 侧模与底模的连接及		4.4.5 其他建筑构件钢模板	437
		5 现浇混凝土结构模板工程 设计计算	
		5.1 模板结构设计的原则与 计算的依据	439
		5.1.1 模板结构的三要素	439

5.1.2 模板结构设计的原则	439	计算	479
5.1.3 模板结构设计计算的 依据	440	5.5.3 停放时风载作用下自稳角 计算	480
5.2 模板材料及其性能	441	5.6 滑动模板计算	483
5.2.1 模板材料选用的原则	441	5.6.1 支承杆和千斤顶的 计算	483
5.2.2 木材	442	5.6.2 模板围圈和提升架的 计算	484
5.2.3 钢材	443	5.6.2.1 模板的计算	484
5.2.4 铝合金材	446	5.6.2.2 围圈的计算	484
5.2.5 面板材料	447	5.6.2.3 提升架的计算	486
5.3 荷载及变形值规定	448	5.6.3 操作平台计算	487
5.3.1 荷载标准值	448	5.7 爬模的计算	491
5.3.1.1 恒荷载标准值	448	5.7.1 爬模设计要点	491
5.3.1.2 活荷载标准值	449	5.7.2 爬升支架的设计计算	492
5.3.1.3 风荷载标准值	449	5.7.2.1 爬升支架的荷载及立柱 与底座的计算	492
5.3.2 荷载设计值	449	5.7.2.2 爬升支架悬挂结构的 计算	492
5.3.3 荷载组合	450	5.8 模板用量估算	495
5.3.4 变形值的规定	453	5.8.1 模板估算参考资料	496
5.4 设计计算	454	5.8.2 模板面积计算公式及 参考表	496
5.4.1 一般规定	454	5.8.3 模板材料用量参考 资料	499
5.4.2 现浇混凝土模板计算	455	5.9 模板工程设计计算参考资料	500
5.4.2.1 面板计算	455	5.9.1 常用建筑材料重量	500
5.4.2.2 支承楞梁计算	458	5.9.2 常用结构静力计算 资料	501
5.4.2.3 对拉螺栓计算	462	5.9.3 木结构计算	514
5.4.2.4 柱箍计算	463	5.9.4 钢结构计算公式	517
5.4.2.5 钢、木支柱计算	466	5.9.5 组合钢模板有关数据	522
5.4.2.6 支柱底垫木平均压力 计算	475	附录 关于高层建筑施工中 现浇楼板的荷载传递与支模层数	
5.4.2.7 模板系统稳定性 验算	476	参考文献	534
5.5 大模板计算	476		
5.5.1 荷载、计算项目和构造与 计算简图	476		
5.5.2 钢面板、横肋、竖向主梁和穿 墙螺栓及吊环的计算	477		
5.5.2.1 钢面板计算	477		
5.5.2.2 横肋计算	478		
5.5.2.3 竖向主梁计算	479		
5.5.2.4 穿墙螺栓与吊环			

1 概 述

目前,高层建筑不仅在大城市得到迅速发展,而且在中、小城市发展也比较迅速。随着高层建筑的发展,现浇钢筋混凝土结构工程的比重也日渐增长,从而推动了建筑施工各个领域的发展;预拌混凝土、泵送混凝土、各种新型钢筋连接工艺和各种现浇混凝土的新型模板,都有了较快的发展。尤其是约占钢筋混凝土总造价 25%、劳动量 35%、工期 50%~60% 的模板工程,近年来有了更大的变化,对于加快施工进度、保证施工质量和降低模板成本,均起到了一定的作用。

1.1 历史的回顾

回顾建国以来的 50 多年,随着我国经济的发展和基本建设任务的不断增长,我国模板工程技术的发展经历了几个不同的阶段。

20 世纪 50 年代初,由于我国钢材缺乏,模板基本上采用过去的传统木模板(用原木锯成的木方和板材),大量的楼板模板均采用 1.5cm 厚的板材,梁和柱模板采用 3~5cm 的厚板、骨架(或称龙骨)采用 5~10cm 方木,立柱一般均采用 10cm×10cm 木方。这种木模工艺十分落后,不仅用工多、工期长、效率低、使用木材多,而且损耗大。

50 年代末预制圆孔板有了较快的发展,开始时多在现场进行预制,生产工艺采用翻转模板或台座生产。当时,由于标准住宅设计还没有形成,因此仍有不少工程采用现浇钢筋混凝土楼板。这个阶段尽管大量使用木模,但木模工艺已逐步向定型化发展,利用短木方或短头板,经过加工拼制成 50cm×100cm 或不同规格的定型模板,既可用于作楼板模板,也可用作梁、柱或墙模板。这样,不仅利用了大批短废木料,并且可以提高支拆模工效,大大减少了木材损耗,降低了成本,很快在全国得到推广应用。有的还用薄钢板将定型模板的板面包起来,不仅拆模后混凝土表面平整,并且可以增加定型模板的周转次数。这类模板一直使用到 20 世纪 70 年代中期,由于高层建筑和现浇钢筋混凝土结构尚未兴起,一般仍以砖混结构为主,所以模板技术的改进尚未引起重视,发展缓慢。

20 世纪 60 年代初预制钢筋混凝土模板发展迅速,于是预制构件厂犹如雨后春笋迅速发展,采用钢模蒸养和长线法台座生产工艺,全国各地发展较快,全国形成推广预制圆孔板的热潮,各种钢、木预制构件模板大量涌现。

1976 年北京前三门十里长街 40 万 m² 的高层住宅工程上马,采用了大模板施工新工艺,彻底改革了木模旧工艺。随着钢大模板的使用,同时又从日本引进了组合钢模板(小钢模)的技术,并且继续推广使用了预制圆孔板。在短短的 3~5 年内,施工现场采用小钢模和大模板有了迅速发展,因此木模使用量逐渐减少。

进入 20 世纪 80 年代,由于我国钢产量的增长,还大量采用了钢管扣件脚手架作为模板支柱和独立式钢管支柱(后来发展为可调高度的支柱),以及门式可伸缩的支架等,使模板支

撑系统得到改革。

进入 20 世纪 90 年代,大钢模、组合钢模板以及模板支撑系统和模板的使用管理均有较快的发展。特别是随着我国胶合板(多层、厚度为 9~18mm)工业的迅速发展,使用多层板(即木胶合板)作模板面板日益增多。其优点是自重轻、投资少,可减少模板拼缝,效率高,浇筑成形的混凝土构件质量好。后来又出现了竹胶合板,由于它具有资源丰富、质地坚硬、节约木材、价格合理等许多优点,故在全国各地很快得到普遍推广应用。采用整张木、竹多层胶合板的优点较多,可以浇筑出清水混凝土,不用抹灰,减少湿作业,所以颇受欢迎。

大模板作为混凝土剪力墙结构的主要模板品种,经过二十多年的使用,已有许多改进。例如:由不变尺寸的定型钢大模板逐步改为可调尺寸的组合大模板,板面亦可采用木胶合板作板面,大模板的骨架也采用了装配式钢骨架,骨架和板面采用螺栓装配结合的方法。这样,在有大大模板工程时可组装成大模板使用,无大大模板工程时也可拆下来当一般模板使用,实现了一模多用。采用钢框木(竹)中型组合模板或用全钢中型组合模板组成的大模板,是当前较受欢迎的大模板,均可保证混凝土表面平整。

钢框木(竹)胶合板中型组合模板,近几年虽有发展,但发展较缓慢,原因是多方面的,主要原因是模板的刚度问题,如与小钢模配套使用的肋高为 55mm 的模板,因刚度差,损坏严重(主要是管理不善),效果较差;肋高为 70mm 的模板,结合快拆体系使用,效果较好。因此,现在国内对钢框木(竹)胶合板板面中型组合模板的肋高问题争议较多。肋高大时刚度大,可以少用支撑和骨架,不易破坏,但造价较贵,且搬运不便;肋高较低刚度差,容易损坏,但一次投资较少(不包括骨架、支撑的投资)。目前总的趋势是向肋高方向发展。使用这类模板,关键是要加强管理,减少损坏。现在国外已逐步将钢框多层胶合板板面的尺寸加大,宽度为 800~1000mm,长度(即大模板高度)达 2400~3000mm,正好适合层高。为了增加其刚度,不再用大模板骨架,加大边框肋高(有的达 120mm 以上)。这类模板拼、拆简易,可直接用扣卡连接,无大大模板工程时可拆除作一般模板使用,并且可以大大减少支撑系统用料,模板刚度好,不易变形,但价格昂贵,自重较大。全钢中型组合模板近几年发展较快,它解决了钢框木(竹)中型组合模板存在刚度差、易变形、板面易损坏的缺点,颇受欢迎。其优点是坚固、耐用、刚度好、周转次数多。

总之,当前使用各类组合模板突出的问题有:首先是施工单位因资金短缺,不愿在模板上投资,添增新型、实用的模板;其次是模板的管理非常薄弱,损坏率很大。这些都是今后急需解决的问题。

除以上各种类型模板外,近二十多年来使用较多的还有混凝土薄板和压型钢板作为永久性模板。其主要优点是取消了模板支拆工序,只需加设少量临时支撑。薄板底面平整光滑,不需要再抹灰。用薄板作永久模板,按配筋可分为三类:即预应力混凝土薄板(用冷拔丝或高强钢丝作为预应力筋),双钢筋混凝土薄板(用冷拔丝点焊成梯格形)和冷轧扭钢筋作配筋的薄板。薄板厚度一般为 50~80mm。用钢筋混凝土薄板做永久性模板,具有现浇楼板和预制楼板两者的综合优点,各类管线仍可安放在薄板上部的现浇层中,薄板本身又是整个楼板的结构层。存在的问题是造价高,如果能在现场预制,并且现浇混凝土地面采取一次压光等措施,则可以降低工程造价。进入 20 世纪 90 年代以后这类薄板已不多使用,其原因是多方面的,如造价和需要运输等,但也有许多优点,如用于工期紧的工程,因此还是有一定的推广价值。用压型钢板作永久性模板多适用于钢结构,一般采用 1mm 厚的镀锌或防腐处

理的薄钢板经冷压制成带有梯形的板面,主筋放置在波的凹谷。用压型钢板作永久模板必须加吊顶。

飞模又名桌模,20世纪80年代初,在北京长城饭店施工中首次从美国引进20K飞模,优点很多。它把混凝土剪力墙大模板施工的原理移植到现浇混凝土楼板支模工程中,其主要优点是一次组装成型后,可以多次甚至几十次周转使用,不用反复组合、拆卸,这样可以大大减小混凝土楼板模板的支搭和拆除工艺,提高劳动效率,缩短施工工期。但我国尚未能广泛推广使用这一技术,原因是多方面的。因为飞模最适用于大跨度无梁楼盖,而目前我国采用无梁楼盖的工程很少。飞模一般可分为两种:一是桁架式飞模;另一种是立柱式或门架式飞模。以上两种飞模以钢管桁架式飞模适应性最强,在无飞模任务时,可当作一般楼板支撑用,不致于积压。

玻璃钢模板是近十多年来发展的又一种新型模板,较多地用于圆柱模板,亦可用于密肋楼盖的模壳。这类模板的优点是自重轻,拆模后混凝土表面光滑平整,不用再抹灰,支拆工艺简单,劳动效率高,模板周转快。缺点是成本较高,通用性不强。

各类模壳近几年来亦有使用,如北京西客站、北京图书馆等工程,都大面积地采用了塑料模壳(1200mm×1200mm),效果较好。模壳主要用于大跨度无梁楼盖,模壳用材一般为硬塑料。玻璃钢模壳坚固、耐用,自重亦轻,但造价较高。采用模壳浇筑成型密肋楼盖,应该是发展方向,它可以降低层高,节约钢筋、水泥,减轻结构自重,具有较好的经济效益。但由于我国无梁楼盖结构尚未形成标准体系,模壳的尺寸多变,极不统一,设计单位也很少采用这类结构,因此施工单位要花费大笔资金加工模壳,往往用了一个工程后,不能连续长期周转使用,综合经济效益较差。

预制构件模板也有了较大的突破,各种钢模板已在构件厂大量使用,并且钢模的结构、构造亦日趋合理,模板加工精度亦日益提高。尽管台座式生产构件的工艺迄今仍在沿用,但为了保证构件的质量,不少台座底模都采用了硬塑料板或钢板,以确保构件底面光滑平整。大、中型构件(包括在现场预制的)一般也都采用了钢侧模,并且逐步向工具化模板方向发展。由于预制构件近十年来大量减少,不少构件厂都已关闭,所以预制构件已大量减少。

1.2 今 后 展 望

在总结近几年模板发展的基础上,展望今后模板工程有以下发展趋势:

1. 进一步用好小钢模

尽管小钢模已有逐步淘汰的趋势,但在我国广大地区仍在继续使用。如何用好、管理好小钢模,提出以下几点意见:

(1) 要采取小钢模预制整体安装工艺,一次组装后多次周转使用。实行整体安装、整体拆除、整体转移的“三整体”措施。

(2) 必须坚持进行模板设计工作。这是保证工程质量、合理使用小钢模、加强模板整体刚度和获得经济效益的重要保证。

(3) 加强管理,重视模板的修复工作。不合格、已变形的小钢模严禁使用。较大的施工现场应建立小钢模修理队伍,配备小钢模整修机具,延长小钢模使用寿命。

2. 积极发展全钢中型组合模板和钢框木(竹)胶合板中型组合模板(以下简称中型组合

模板)

这种模板具有拼缝少、施工效率高等特点,尤其要优先发展全钢中型组合模板,这是今后的发展方向。关于钢框木(竹)胶合板组合模板边框肋高的问题,即边框使用的钢材材质、压制的形式和尺寸、厚度以及与板面的固定方法,都需要进一步研究,进行优选,对组合中型模板的拼接方法以及拼制大模板的固定方法等均应进行综合研究。

3. 采用整张多层木(竹)胶合板(厚度一般为12~18mm)模板

整张多层木、竹胶合板模板是最简易的工艺,其优点是自重轻,整体刚度好,防水,成型简便,块大拼缝少,劳动效率高,混凝土表面平整光滑,一般可达到清水混凝土要求,且一次投资少。拼缝处理,一般可以采取粘贴胶条或纸条的办法。使用整张多层板的关键是如何减少拆模边角损坏和锯切问题。解决方法是,采取刷封边漆或铁皮包边角的措施和要采用较好的脱模剂。在模板设计时,也要考虑如何减少锯切或利用已有锯切的规格料。对已锯切的小规格多层板,亦可制作成木制定型组合模板,仍可用于工程作圈梁和柱模板。

4. 提倡采用快拆体系技术,坚持模板支撑系统与脚手架通用,以减少投资

除钢管扣件脚手架可作模板支撑外,目前还有碗扣脚手架、多功能门式钢管脚手架。多功能门式架还可用作飞模骨架。碗扣式脚手架由于可以充分利用短钢管,无扣件,操作不用拧螺栓,支搭简易,效率高,因此颇受欢迎。脚手架和模板支撑通用是当前发展趋势,尤其在层高较高或立交桥工程中已大量推广应用。

模板的快拆体系技术,近几年来得到迅速地推广应用。它具有以下优点:

(1) 可提高工效、缩短工期。据有关资料介绍,工效可提高1.3~1.8倍,每层施工工期至少可缩短1天。

(2) 减少模板投入量。使用传统支撑体系,模板和支撑的配置量相等,如采用早拆体系技术,则模板的配置量约可减少1/3~1/2。

(3) 做到文明施工,延长模板寿命。由于早拆支撑体系配有模板升降调节装置,操作方便,拆模安全;另外模板有支托,拆模时模板不会直接下坠落地,可以减少模板损耗。

(4) 可以节省施工费用。据测算,早拆支撑体系每平方米模板费用随着楼层的增加而减少。按三层一个周期计算,早拆体系的模板费用比传统支撑体系约降低33%(其中人工费可减少40%~50%),而且也相应节约升运机械费用。

早拆支撑体系还可用于梁模工程,进行分节拆模和快速拆除梁侧模。快拆体系不用多大投资,只要传统的立柱(或脚手钢管)顶上加上一个“快拆头”即可。“快拆头”可以购置也可以自行加工。遗憾的是近几年快拆体系未能大力推广应用,原因是多方面的,主要是宣传力度不够,没有算好经济账。

5. 继续大力推广各种飞模、玻璃钢圆柱模和各类模壳

这类模板必须与结构标准化体系紧密结合,确保能够连续不断地使用。飞模最适宜用于无梁楼盖结构,所以今后飞模的发展前景,取决于无梁楼盖结构是否能够大力推广应用。各类模壳的应用也有类似的问题,决非施工单位单方所能取舍的,其中塑料模壳目前较受欢迎,但尺寸规格超过1m×1m后,就需要用铁件加固,并且在使用中损耗很大,急需改进,并要推广采用气压拆模和快速拆模。

玻璃钢圆柱模,要重点解决不同圆柱直径的玻璃钢模板的组合通用问题。最近有的工程采用“无胎平板玻璃钢圆柱模板”,效果更好。

6. 采用组合模板组拼的墙、柱模板,应坚持“三整体”原则

墙体模板可用中型全钢组合模板组装成的大模板,该大模板是由 600mm 宽、1800~2400mm 长(或按层高)等不同规格的全钢中型组合模板,组合成各种尺寸的整体大模板。其主要优点是,组合模板刚度大,不需另作骨架;模板块用特制的卡具连接,操作简便,拼装速度快,可整体吊装,节省用工;模板拼缝少,可做到清水模板不抹灰;模板不易损坏,面板可以更换。因此,尽管一次投资较大,但周转次数多,总体效益是好的。过去曾用钢框木(竹)胶合板板面的中型组合模板拼制的大模板,目前已很少使用。

至于柱、梁模,可采用与墙模相同的组合方法拼制,坚持整体预制安装、整体脱模和整体拆模转移的“三整体”。柱模顶部应设置供浇筑混凝土用的操作平台,与柱模整体吊运转移。由于柱子规格尺寸不同,因此要考虑如何根据不同的柱子截面和高度来调整配置柱模。梁模的底模、侧模都采用预制拼装好的成型片模就位组装,也可以整体组装成梁模后一次安装就位。

7. 坚持“小流水段”施工工艺

模板的投入量与周转率有关。许多施工单位误认为要加快施工速度、缩短工期,就要多配模板,这种思想是错误的。众所周知,大模板施工工艺的最大优点就是模板周转率高,柱子模板与墙体模板相似,只有梁、楼板模板的拆模,要求混凝土有一定的拆模强度,因此,可以采取缩小工作面的特点,采取“小流水段”施工方法。如果将“小流水段”施工方法与采用工具式模板、快拆体系模板以及钢筋预制绑扎和快硬混凝土等措施结合起来推广应用,则会有更明显的经济效益。

8. 加强模板管理,坚持模板设计,实行租赁承包责任制

当前模板管理混乱,损坏严重,长期未能很好地解决。国外一般都实行模板施工专业化,由模板专业公司承包模板工程,并且大部分模板公司都兼营脚手架,或叫脚手架木公司。这类专业化很强的模板专业公司,对模板工程的科研、生产制造、使用、管理、维修和更新等一系列的工作都十分精通,具有很强的竞争能力。由于在全社会实行了专业化分工,因此模板的周转率也十分惊人。现在我国各地大、中型施工企业绝大多数是大而全或小而全,同一公司内部各自为政,需要模板时就购置,不用时就长期积压。近几年,随着我国预拌混凝土的发展、租赁模板的业务已出现,有些施工企业内部实行租赁,效果很好。在模板使用方面,不少地区仍采用传统做法,把模板交给施工人员或班组,由他们自己确定支模方案。自从组合钢模问世后,这种情况略有好转。目前,一些大的工程,都已有专职工程技术人员进行模板设计,但没有形成一种制度。模板设计是搞好现浇钢筋混凝土结构、合理使用模板获得经济效益的一个重要方面,对工程进度和保证混凝土工程质量关系极大。随着各项管理工作不断现代化和科学化,今后必须重视模板设计,进一步推动模板工程技术水平的提高和发展。

9. 结合工程实际情况,正确优先选用各种模板

针对不同工程情况,根据各企业条件,正确选用各种不同的模板,这是使用模板的重要经验。多年来的实践已经总结了不少宝贵经验。既要因地制宜,利用现有资源条件,又要不断创新开发新资源;既要保证质量,不能使用不合格的旧模板,又不能花更多的资金去全部更新新型模板。根据近几年在模板发展使用方面的经验,现作以下建议:

(1) 楼板模板建议采用整张多层板(木、竹均可),尽量采用酚醛覆面的 15~18mm 厚的

多层板。该种面板经多次使用后边缘受损,要及时进行切割,确保多层板边缘平整。

(2) 梁、柱模板宜采用中型组合模板,由于梁、柱截面变化多,不宜用多层板切割。

(3) 墙模可用中型组合模板拼制成大模板后整体支、拆,也可用整张多层板拼制成大模板,也可以用全钢大模板。一般同类型的高层建筑群体尽量统一,以确保有较高的使用周转率。

(4) 充分利用经多次切割后的旧多层板及短残木方制作成各种规格的中、小型木组合模板,用于各种中、小型现浇混凝土构件,但必须确保这些木定型模板的肋高统一尺寸,板面平整、自重轻、刚度好、不易损坏。

(5) 充分利用现有小钢模。并做到清水混凝土要求。根据一些企业的经验,可以在组合小钢模的面层用塑料板或其他薄板覆面,使用在楼板、剪力墙或其他构件上。

(6) 圆弧形墙体日渐增多,并且曲率多变,加工定型圆弧模板后,使用几次就要改变,费工费料,最近有些工程大面积推广应用了“曲率可调弧型模板”,通过调节器调节出任意半径的弧线模板,效果显著,值得大力推广应用。

(7) 超高层或高层建筑的核心筒宜采用“液压爬升模板”,爬模工艺综合了大模板和滑动模板的各自优点,它可以随着结构施工逐层上升,施工速度较快,节省场地和塔吊吊次,高空作业安全,不搭外脚手架,施工方便,尤其适用于钢结构的混凝土内筒的施工作业。

10. 不断总结,不断创新,为继续发展有我国特色的模板工程而努力奋斗

我国的模板发展趋势应该向着精、轻、耐用方向发展。首先是精,要精度高,无论是模板的平整度、光滑度都需要提高,只有模板精度高了,才能浇筑出清水混凝土或装饰混凝土。其次是轻,要降低工人体力劳动的强度,做到搬运操作方便,提高工效,这就需要壁薄材质轻、刚度高的模板。最后是耐用,增加模板的周转次数,坚固耐用,延长模板使用寿命,降低模板成本。

2 胶合板模板及木模板

钢筋混凝土结构构件施工所采用的模板面板材料和支承材料,较早均采用木模板。从 20 世纪 70 年代以来,虽然模板材料已广泛“以钢代木”,采用钢材和其他面板材料,其构造也向定型化、工具化方向发展。到 20 世纪 90 年代,由于对混凝土结构表面的质量要求进一步提高,提倡“清水混凝土”,胶合板模板的应用范围正在逐步扩大,其支模工艺近似木模板。

2.1 胶合板模板

2.1.1 特点

胶合板用作混凝土模板具有以下特点:

1. 板幅大、自重轻、板面平整。既可减少安装工作量,节省现场人工费用,又可减少混凝土外露表面的装饰及磨去接缝的费用;
2. 承载能力大,特别是经表面处理后耐磨性好,能多次重复使用;
3. 材质轻,厚 18mm 的木胶合板,单位面积重量为 50kg,模板的运输、堆放、使用和管理等都较为方便;
4. 保温性能好,能防止温度变化过快,冬期施工有助于混凝土的保温;
5. 锯截方便,易加工成各种形状的模板;
6. 便于按工程的需要弯曲成型,用作曲面模板;
7. 用于清水混凝土模板,最为理想。

我国于 1981 年,在南京金陵饭店高层现浇平板结构施工中首次采用胶合板模板,胶合板模板的优越性第一次被认识。目前在全国各地大中城市的高层现浇混凝土结构施工中,胶合板模板已有相当的使用量。

2.1.2 种类

混凝土结构所用的胶合板模板有木质胶合板和竹胶合板两类。

2.1.2.1 木胶合板模板

混凝土模板用的木胶合板属具有高耐气候、耐水性的 I 类胶合板,胶粘剂为酚醛树脂胶,主要用克隆、阿必东、柳安、桦木、马尾松、云南松、落叶松等树种加工。

1. 构造和规格

(1) 构造

模板用的木胶合板通常由 5、7、9、11 层等奇数层单板经热压固化而胶合成型。相邻层的纹理方向相互垂直,通常最外层表板的纹理方向和胶合板板面的长向平行,因此,整张胶合板的长向为强方向,短向为弱方向,使用时必须加以注意。

(2) 规格

见表 2-1-1。

混凝土模板用木胶合板规格尺寸(mm)

表 2-1-1

模 数 制 ²		非 模 数 制		厚 度
宽 度	长 度	宽 度	长 度	
600	1800	915	1830	12.0
900	1800	1220	1830	15.0
1000	2000	915	2135	18.0
1200	2400	1220	2440	21.0

注：引自《混凝土模板用胶合板》(GB/T 17658—1999)。

2. 木胶合板物理力学性能

(1) 胶合性能检验

模板用木胶合板的胶粘剂主要是酚醛树脂。此类胶粘剂胶合强度高，耐水、耐热、耐腐蚀等性能良好，其突出的是耐沸水性能及耐久性优异。也有采用经化学改性的酚醛树脂胶。

评定胶合性能的指标主要有两项：

胶合强度——为初期胶合性能，指的是单板经胶合后完全粘牢，有足够的强度；

胶合耐久性——为长期胶合性能，指的是经过一定时期，仍保持胶合良好。

上述两项指标可通过胶合强度试验、沸水浸渍试验来判定。

施工单位在购买混凝土模板用胶合板时，首先要判别是否属于Ⅰ类胶合板，即判别该批胶合板是否采用了酚醛树脂胶或其他性能相当的胶粘剂。如果受试验条件限制，不能做胶合强度试验时，可以用沸水煮小块试件快速简单判别。方法是从胶合板上锯截下 20mm 见方的小块，放在沸水中煮 0.5~1h。用酚醛树脂作为胶粘剂的试件煮后不会脱胶，而用脲醛树脂作为胶粘剂的试件煮后会脱胶。

(2) 物理力学性能

见表 2-1-2。

物理力学性能指标

表 2-1-2

项 目		单 位	树 种 板厚 (mm)	柳安、拟赤杨、马尾松、 云南松、落叶松、辐射松、 奥塔美				克降、阿必东、荷木、枫香				桦木			
				12	15	18	21	12	15	18	21	12	15	18	21
				6~14											
含水率		%		6~14											
胶合强度≥		MPa		0.70				0.80				1.0			
静曲强度≥	顺纹	MPa		26	24	24	26	26	24	24	26	26	24	24	26
	横纹			20	20	20	18	20	20	20	18	20	20	20	18
弹性模量≥	顺纹	MPa		5500	5000	5000	5500	5500	5000	5000	5500	5500	5000	5000	5500
	横纹			3500	4000	4000	3500	3500	4000	4000	3500	3500	4000	4000	3500

注：同表 2-1-1。

3. 使用注意事项

(1) 必须选用经过板面处理的胶合板