

模板与脚手架工程

施工技术措施

MOBANYUJIAOSHOUJIAGONGCHENGSHIGONGJISHUCUOSHI

◆北京土木建筑学会 编



经济科学出版社

模板与脚手架工程施工 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

模板与脚手架工程施工技术措施 / 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丛书)
ISBN 7-5058-5011-3

I. 模... II. 北... III. ①脚手架-工程施工-技
术措施②模板法施工-技术措施 IV. ①TU731.2②
TU755.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 062518 号

责任编辑: 张 力 杨秀华
责任校对: 杨 海
技术编辑: 董永亭

模板与脚手架工程施工技术措施

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

总编辑部电话: 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 23.75印张 520千字

2005年6月第一版 2005年6月第一次印刷

印数: 0001—5000册

ISBN 7-5058-5011-3/F·4283 定价: 45.00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：姚亚亚

编写人员：(以姓氏汉语拼音为序)

安源霞	白明弟	卜广海	蔡天机	曹 晖	曹 勇	曹永红	常全文	陈棟华
陈擒虎	陈清华	陈信美	陈亚平	陈运义	程培英	邓 迪	丁建安	丁永胜
丁 勇	丁正义	杜荣军	方贵超	高并强	高光华	高淑娴	高正中	葛燕锋
顾荣华	顾仲文	郭利平	郭正兴	韩日君	韩 燕	侯永钊	胡 煜	胡志勇
黄安祥	黄茂珍	黄沛成	季三保	蒋献军	解新路	金 睿	金万成	金治勇
金宗濂	康建中	孔维潮	李国平	李国强	李华伟	李骥鹏	李建中	李晋峰
李静斌	李 林	李 倩	李 强	李维滨	李新庭	李 兴	李永文	李 云
李云钟	李 臻	李志超	练文海	梁建文	林洪产	林怀志	刘春风	刘洪波
刘 健	刘绍华	刘石金	刘 桐	刘锡莲	刘训良	刘 岩	刘跃庭	刘宗仁
鲁爱民	路文良	吕 斌	吕文良	吕欣英	罗 斌	罗德厚	罗竞宁	罗 科
马长涛	马国荣	马宏斌	马建民	马振河	孟海波	慕志刚	穆宝鼎	倪家民
牛其林	彭宣常	彭砚田	蒲生孝	钱艺柏	钱增志	任 强	荣利民	沙同举
申 华	沈海晏	沈 玮	师安利	史洪泉	宋红智	宋卫国	孙爱国	孙允英
陶春来	田敬岩	田万义	田正宏	田祖新	涂新华	王安社	王德生	王 帆
王国卿	王宏亚	王建国	王建宏	王建平	王来福	王旭峰	王义生	王正平
王永安	王彦东	王祖哲	吴 刚	吴 坚	吴建华	吴庆来	吴学军	肖 备
向继辉	谢建民	谢连玉	徐亚柯	许国庆	许庆锋	许贤敏	薛 峰	薛 洪
薛惠敏	严 薇	颜为民	杨 华	杨清龙	杨韬然	杨友根	杨振勤	杨子声
姚念武	姚瑞东	叶可明	叶 林	尹宗臣	于大海	袁必勤	袁 勇	岳 峰
詹泮湘	张本禄	张凤来	张广义	张宏义	张记山	张良杰	张鹏海	张卫国
张锡增	张显刚	张晓萌	赵亚军	赵玉章	赵月洲	赵子云	钟德祥	钟建都
周长春	周浩东	周永平	朱国梁	朱利峰	朱全庆	朱一鹏	卓全利	祖道春

(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,我们组织编写了这套“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《模板与脚手架工程施工技术措施》一书主要讲述了多种新型模板和脚手架的应用,如典型高跨结构的模板支撑体系,异型混凝土结构模板的施工技术,电控附着升降脚手架与模板一体化成套技术,附着升降脚手架的安全设计及风荷载计算。

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 篇 模板工程

第 1 章 组合式模板	4
1-1 G-70 组合钢模板体系应用技术	5
1-2 塔柱移置组合钢模板施工技术	7
1-3 组合钢模板的应用技术	11
1-4 组合钢模板的改造及应用技术	13
第 2 章 胶合板模板	16
2-1 75 系列钢框胶合板模板体系	17
2-2 超高外墙单面支模技术	18
2-3 九合板表面粘贴 PVC 板施工技术	21
2-4 胶合板模板质量通病的防治	22
第 3 章 大模板	27
3-1 95 系列钢框胶合板大模板应用技术	28
3-2 全钢大模板应用技术	31
3-3 钢框木胶合板大模板应用技术	35
3-4 无框大模板的应用技术	37
3-5 企口式全钢大模板的应用技术	42
3-6 无背楞全钢大模板体系的应用技术	48
3-7 高层板式住宅楼外挑廊整体支模施工技术	51
3-8 高层住宅楼大模板施工技术	54
3-9 曲线可调大模板应用技术	57
3-10 大模板及早拆体系应用技术	59
3-11 饰面混凝土模板施工技术	60
第 4 章 滑动模板	65
4-1 构筑物滑模工艺细部改进及应用技术	67
4-2 筒仓滑模施工技术	72
4-3 滑模施工的平台选择与控制	74
4-4 浇筑筒仓顶板施工技术	77
4-5 滑动模板施工偏差调整与控制	79

目 录

4-6	浅圆仓滑模施工技术	82
4-7	烟囱滑模施工技术	85
4-8	圆形混凝土池双向定型滑模施工技术	89
4-9	筒体滑模施工技术	92
4-10	等截面圆环连体筒仓整体滑模施工技术	95
4-11	特大筒仓群滑模施工技术	98
4-12	筒库滑模施工技术	100
4-13	超高层筒体工业厂房滑模施工技术	104
4-14	滑模施工支承杆失稳事故处理措施	107
4-15	高层建筑滑模施工阻滑事故处理措施	109
第 5 章	爬升模板	113
5-1	电动爬升筒模施工技术	115
5-2	爬模与装饰两用外爬架应用技术	118
5-3	爬模工艺的应用及改进技术	119
5-4	全液压整体爬模技术	122
第 6 章	飞模及清水混凝土模板	126
6-1	立柱式台模应用技术	127
6-2	飞模体系工艺及应用技术	130
6-3	住宅工程清水混凝土模板	133
6-4	清水混凝土模板的设计计算和应用技术	138
第 7 章	其他模板	142
7-1	平板玻璃钢圆柱模板的研制与应用技术	142
7-2	弧形外墙模板设计与施工技术	144
7-3	混凝土框架模板制作与安装	147
7-4	可变柱模的设计与施工技术	150
7-5	槽模圈梁应用技术	153
7-6	异型混凝土结构模板应用技术	155
7-7	曲面弧形灯光孔模板施工技术	157
7-8	骑梁铁模板施工技术	160
7-9	气模施工技术	161
7-10	建筑模网应用技术	164
7-11	快易收口型网状模板应用技术	166
7-12	新型模板体系在工程中的应用技术	168

第 2 篇 脚手架工程

第 8 章 扣件式钢管脚手架	181
8-1 扣件钢管脚手料配支撑调节管顶撑系统的应用技术	183
8-2 扣件式钢管支架在模板工程中的应用技术	185
8-3 无螺栓加固条件下超高模板的支撑	188
8-4 扣件式钢管模板支架底模挠度试验研究	191
8-5 扣件式钢管模板高支撑架的设计和使用安全	193
8-6 双排扣件式钢管脚手架快速计算	203
8-7 扣件式钢管脚手架挑架简捷算法实例	206
8-8 扣件式钢管脚手架临界力下限计算方法	210
8-9 大型脚手架和型钢支撑系统施工技术	216
8-10 模板支架倒塌事故分析与对策	218
第 9 章 碗扣式脚手架	223
9-1 碗扣式脚手架施工技术	225
9-2 碗扣式钢管脚手架支撑体系计算	226
9-3 模板早拆支撑技术	229
9-4 穹顶模板工程支撑技术	231
第 10 章 附着升降脚手架	234
10-1 附着升降脚手架性能分析及选用原则	236
10-2 整体电动升降脚手架与提升外模板综合施工技术	239
10-3 电控附着式升降脚手架与模板一体化成套技术	244
10-4 附着升降脚手架受升降不同步影响的试验研究	254
10-5 导轨式爬架施工应用技术	258
10-6 导轨式爬架在工程中的应用技术	263
10-7 外墙导轨立柱式升降脚手架施工技术	266
10-8 导轨式电动爬模施工技术	270
10-9 导座式升降脚手架及施工技术	274
10-10 挑拉外挂提升脚手架施工技术	277
10-11 附着升降脚手架的安全设计计算	281
10-12 附着升降脚手架风荷载的计算	292
10-13 升降脚手架系统事故的分析与对策	303
第 11 章 悬挑式脚手架	307
11-1 悬挑自升脚手架施工技术	309

11-2	工具挑梁套管式升降脚手架应用技术	311
11-3	悬挑承重脚手架施工技术	314
11-4	斜拉悬挑结构模板支撑技术	317
11-5	扣件式钢管三角形悬挑脚手架施工技术	320
11-6	插口飞架脚手架的应用技术	322
11-7	高空预应力三角撑架—贝雷架组合支模技术	325
第 12 章	转换层支撑体系	330
12-1	转换结构施工钢管排架技术	330
12-2	高空斜交转换梁的支撑架设计计算	333
12-3	转换层整体自升式钢平台承重架施工技术	335
12-4	高箱形混凝土转换层模板悬空支撑技术	338
12-5	大转换层钢管组合支撑承载力分析和变形实测	341
12-6	混凝土结构转换梁施工技术	344
12-7	转换层大梁施工支撑的计算	346
12-8	混凝土转换板施工技术	347
12-9	大空间支模体系应用技术	349

第 1 篇 模板工程

模板工程概述

建筑模板技术是随着基本建设发展而发展的,是由施工技术的要求和模板材料所决定的,而且具体地由模板设计、制作和使用体现出来。

60年代前,我国的建筑规模不大,现浇的以工业建筑为主,大量采用传统的现场制作安装的木模板。国家建委1956年批准的《建筑安装工程施工作业及验收暂行技术规范》,其中第3篇为“钢筋混凝土工程”,对模板的设计、制作、安装和使用提出了具体要求。这阶段的模板技术,在设计上是按施工图要求进行配板计算,复杂的还需要放样;在制作上,量大的用木工机械加工,量小的手工机具加工;混凝土浇筑过程中木模工种负责模板的安装和拆除,与钢筋工种、混凝土工种相互配合,保证模板不漏浆、不倒塌。模板技术基本上是由能看懂施工图纸的木工师傅掌握和操作。根据我国积累的工程实践经验,于1961~1965年修订颁发了《钢筋混凝土工程施工及验收规范》(GBJ 10-65)。在现场制作散装散拆木模板为流的情况下,为了缩短模板支拆时间、提高模板周转使用次数,出现了定型木模板。它的显著优越性被很快推广应用。这是一次很好的模板标准化、定型化、系列化、工具化的尝试。

50年代开始,提出学习苏联推广混凝土预制构件的经验,实现建筑工业化,采用工厂化、装配化、机械化施工,于是工业厂房的梁、柱、板、桁架和民用建筑的梁、板等构件在预制厂生产。出现了预制构件模板,相应的施工现场的模板量大大减少。但大型构件或复杂异型构件还在现场预制。预制构件模板,一般采用土、砖、混凝土为底座,钢材、木材、钢木混合为模板侧板和支撑。出现了用来生产工字型柱、槽板、形状复杂的曲面板等构件的土(地上式、地下式、半地下式)、砖、混凝土胎模;生产大型屋面板、空心模板、槽板等构件的折页式钢模板;生产圆孔板、挂瓦条、桁条等构件的水平拉模模板;生产先张法预应力构件的台座钢木模板;生产非预应力构件的翻转脱模模板和生产混凝土墙板的成组立模模板等。但大中型构件仍采用木制模板。预制构件模板技术比较复杂,在模板的设计、制作和安装方面,比先前的现浇模板技术发展了一步,突出了模板的拆装技术,预制构件模板的允许偏差也比现浇构件模板的要求稍严了些。80年代以后,由于大量采用现浇技术,预制技术发展不快,但模板设计的变形计算提出来了,已包括在最近颁发的《预制构件钢模板》产品标准中。

70年代以后,随着我国基本建设规模迅速扩大,对木材需求量急剧增加,而在我国木材资源难以满足的情况下,提出了“以钢代木”方针及滑模、升板等施工技术,这个势头直至目前仍在发展。一方面以少用模板的施工技术,如滑框倒模、爬模、升模、小流水段的台模、隧道模、筒子模、快拆模等施工方法层出不穷;另一方面以其他材料代替木模板,如组合钢模板、大钢模、木胶合板模板、竹胶合板模板、中密度纤维板模板、玻璃钢模板、塑料模板等模板材料相继出现。引起了设计、施工、科研和大专院校等方面的高度重视。冶金部建筑科学研究院与一些施工单位共同研制成功了组合钢模板,并编制了《组合钢模板技术规范》(GBJ 214-82)予以配套,并组织推广应用。组合钢模板的出现和广泛采用,打破了我国过去的现场设计制作安装的木模板传统技术,它只要求现场进行配板和简单灵活的拼装。模板的制作必须在具有一定设备的工厂内进行,将模板的制作技术提高到机械化水平,从而保证了模板质量,降低了模板成本。这是模板技术的一大进步。

70年代以后,我国将滑模技术应用到量大面广的工业与民用建筑中。国家建委于1978年颁发了我国第一个《液压滑升模板工程设计与施工规定》,以便保证滑模工程质量和进一步推广应用。滑模就其内容看,以施工技术为主,模板技术较少。模板系统主要有模板、围圈、提升架的设计和现场组装拆除。滑模施工中的楼板可采用自上而下降模施工,或采用预制模板装配整体。由于滑模施工要求有一套严格的施工管理,施工单位难以做到,所以出现了滑框倒模、爬模、升模、提模等施工方法。其中的模板与滑模基本相同。这类施工技术将现浇模板量大大减少。如果升板法施工多层工业厂房,则现场模板量将减少95%。台模是用来施工水平构件梁板的,它与滑模相反,是以模板技术为主,施工技术较少。台模一般可分为立柱式台模、桁架与构架支承式台模、悬臂式台模和整体式台模。这项模板的设计、制作

使用将模板面板、模板主次梁、模板支撑结合在一起，将支模、脱模、拆模、运输结合在一起，形成了整装整拆模板体系，使整个模板技术上上了一个台阶。密肋楼板采用塑料或玻璃钢模壳施工，使得这种跨度大、自重轻、刚度大的楼板得到实现，这是模壳的贡献。因为模壳不是平的，所以制作技术要求较高。

80年代以来，建设规模进一步扩大，现浇建筑结构成倍增长，组合钢模板在数量上和技术性能上均满足不了实际工程的需要，在减少模板用量的新施工方法不太理想的情况下，人们幼找到了木胶合板做模板的新型材料，这种模板具有自重轻、幅面大、可周转使用50次以上等优点，特别适于制作大模板。自1988~1992年国家科委与建设部结合实际工程连续召开了5次现场交流推广会，并把它列为“八五”期间重点推广项目。建设部于1995年颁布了《钢框胶合板模板技术规程》(JGJ 96-95)。钢框胶合板模板的推广应用，引出了大型的整装整拆大模板体系、钢框胶合板组合式半隧道模体系、钢框胶合板三铰链筒子模体系、钢框胶合板密框悬臂模板等模板体系，这些模板体系适合于常规的现浇施工技术，且施工效率成倍提高，浇筑的混凝土表面平整，质量好，引起人们的重视和好评。这些模板体系又将模板技术从设计、加工制作和使用管理等方面推到了高峰。同时这些模板体系反过来又促进施工技术发展，提出了清水混凝土施工和快速拆模(不拆除支撑)施工。清水混凝土施工除了混凝土表面颜色均匀一致外，更重要的是加工时保证模板表面光滑平整和设计时保证模板在施工中变形不大，快速拆模施工要求模板轻、支拆快又保证了混凝土不开裂，也就是需由模板技术来保证施工方法的成功。当前不少施工单位采用木胶合板或竹胶合板模板来实现快速拆模施工，且收到一定效果。可惜这些模板技术由于模板材料和加工设备等因素，解决得不十分满意。一般认为竹材资源比木材丰富，竹胶合板做模板是一个方向，但竹胶合板性能源不稳定，影响了它的应用前途。

在我国，虽然近二十几年来模板技术有了很快发展，特别是近十年来，半隧道模、筒子模、台模、快拆模板等技术已达到了国际先进水平，但由于体制问题，施工单位在模板技术上一直处于被动地位，不能建立自己的与施工技术相适应的一套模板体系，影响了新的模板技术和施工技术的发展和推广应用。但我们深信，不久将来，我国的施工技术和模板技术将全面达到国际先进水平。

第 1 章 组合式模板

组合钢模板是一种工具式模板；由少数具有一定模数和类型的平面模板、角模、支撑件和连接件等组成，可以用来组成各种形状和尺寸的适合土木工程施工用的模板体系。

1. 钢模板的类型

钢模板板厚有 2.3mm、2.5mm、2.8mm 三种，是用 Q235 钢经冷轧冲压整体成型工艺制作，尺寸精确，接缝严密，其类型有平面模板、阴角模板、阳角模板、连接角模等四种，如图 1-1 所示。

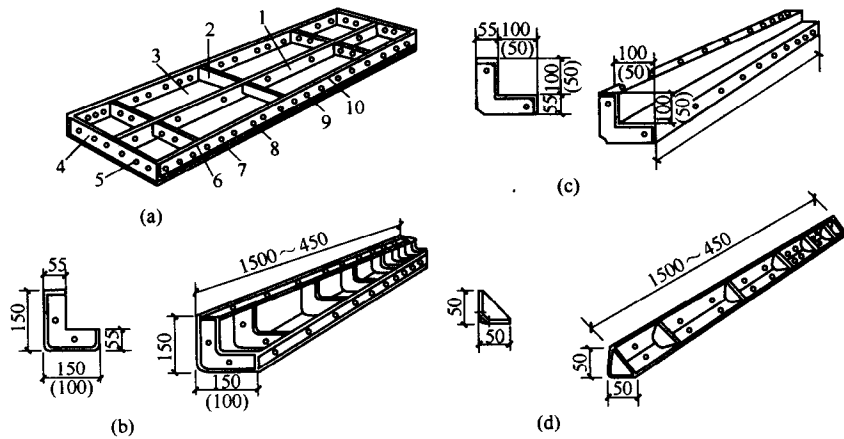


图 1-1 平面模板示意 (单位: mm)

- (a) 平面模板；(b) 阴角模板；(c) 阳角模板；(d) 连接角钢
 1—中纵肋；2—中横肋；3—面板；4—横肋；5—插销孔；
 6—边肋；7—凸棱；8—凸鼓；9—U 型卡孔；10—钉子孔

平面模板是由面板和若干加劲肋组成。平面模板的宽度以 100mm 为基础，按 50mm 进级。宽度 300mm 和 250mm 的模板有纵肋。长度以 450mm 为基础，按 150mm 进级。高度皆为 55mm。边肋开孔，孔距均取 150mm，可以用 U 型卡和 L 型插销横、竖拼接，因此可以拼成以 50mm 进级的任何尺寸的模数。

2. 钢模板连接件

钢模板用 U 型卡拼接，其安装间距不大于 300mm，可每隔一孔插一个，安装方向一反一正相互错开，以抵消因打紧 U 型卡可能产生的位移。当两个钢模板端肋相连时，需在端肋的孔中插入 L 型插销，以增加两块钢模板的连接刚度。

当需要将钢模板拼接成大块模板时，除了用 U 型卡及 L 型插销外，在钢模板的外边还要用圆形钢管（或矩形钢管、内卷边槽钢等）钢楞加固以保证整体性。钢楞与钢模板之间须用 3 形扣件、蝶形扣件、钩头螺栓等连接。

1-1 G-70 组合钢模板体系应用技术

某工程由于全面采用了 G-70 组合钢模板体系, 并通过严密组织, 取得了 5d 上一层楼又不必三班倒的施工速度, 结构封顶, 其模板综合使用次数 36 次, 无明显损坏, 稍做清理即可重复投入使用, 工程成本达到了理想的目标, 质量显著提高, 安全得到保障, 推进了施工现场标准化管理的进程, 体现了良好的综合效益。

1-1-1 体系构造

G-70 组合钢模板体系由边肋高度为 70mm 的标准模数化模板块、支撑体系及连接组合件构成, 可方便地组合成任何尺寸的墙模、电梯井筒模、早拆楼板模、可变截面柱模, 以满足不同工程不同结构部位对混凝土浇筑的要求。

1. 标准模板

标准模板块包括平面模板、阴阳角模、连接角模、调节缝板等。其规格如下: 平面模板 (600、300、250、200、150、100mm) × (900、1200、1500mm); 阴角模 150mm × 150mm × (900、1200、1500mm); 阳角模 150mm × 150mm × (900、1200、1500mm); 铰链角模 150mm × 150mm × (600、900mm); 可调阴角模 280mm × 280mm × (2700、3000mm); L 形调节板 74mm × (80、130mm) × (2700、3000mm); 连接角钢 70mm × 70mm × (900、1200、1500mm)。

平面模板全部采用 2.75mm 厚、Q235A 钢板冷压成型, 最大平面尺寸 600mm × 1500mm, 边肋采用独特的折边工艺 (见图 1-2), 增加了模板的整体刚度, 提高了抗弯能力。其截面特性较 SP-70 及 55 系列钢模板均有较大的提高。模板内腔纵、横肋板整体焊接组成“井”形格构, 焊缝对称、焊点均匀分布。模板边框和纵、横肋板有均匀分布的蝶形孔, 孔径 14mm, 孔距为 50mm, 与模板模数相适应, 能满足模板纵向、横向的自由拼接。

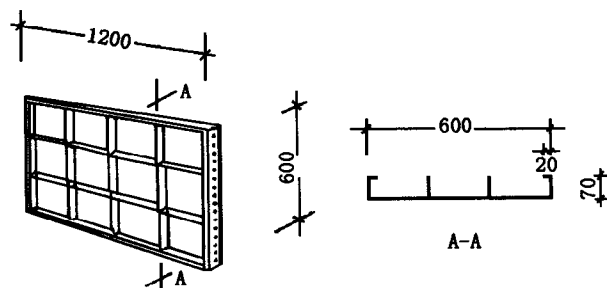


图 1-2 平面模板示意

2. 墙、柱、电梯井筒模板

墙体模板既可用楔板、穿墙对拉螺栓、普通 $\phi 48$ 脚手管方便地组合而成, 也可采用 50mm × 100mm 方钢管做背楞龙骨, 用专用钢卡与模板紧固连接、再辅以配套的作业平台支架、可调斜支撑、工具箱、爬梯等组装成大模板, 整体吊装施工。如采用大模板施工,

阴角处有特制的可调阴角模，既可有 20mm ~ 50mm 的补偿调整范围，又能方便安装拆模，操作简单，混凝土成型质量好，可调阴角模布置如图 1-3 所示。

柱模板有常规板块拼装柱箍加固和无柱箍可变截面柱模两种构造形式。后者是以 G-70 模板块、加强板、板销组成，不需柱箍，如采用 1200mm 长模板，则其柱截面宽度可由 300mm 变至 1000mm，而无需更换模板和配件，构造简单、装拆灵活、使用方便。

电梯井筒模板由 G-70 模板、三轴铰链角模、花篮螺栓脱模器、背楞龙骨、作业平台等构成，可组成不同开间和进深尺寸的筒模，整体吊装，以满足电梯井筒及特殊筒体结构施工（见图 1-4）。

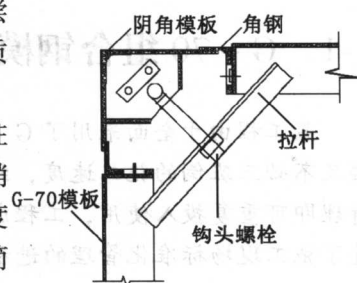


图 1-3 可调阴角模布置

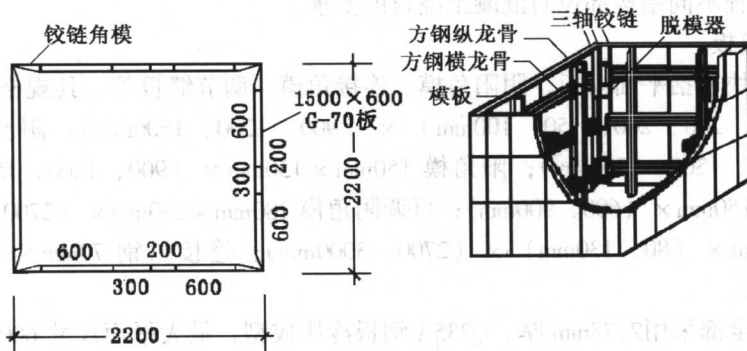


图 1-4 筒模构造示意

3. 楼板模板

楼板模板系统采用 G-70 标准模板块并辅以工具式的早拆模板支撑系统，早拆支撑系统自上而下依次由早拆柱头、箱形梁、梅花立柱横撑、可调底座组成，其立柱最大间距为 1850mm。早拆原理是利用楼板短跨受力状态，拆除模板而保留支柱，通常仅配 1 层模板、2 层半支撑即可满足月进 6 层的施工速度。

1-1-2 应用实例

某工程，总高 165m，33 层，建筑面积 57152m²，标准层面积 1500m²。

楼板模板按一板三支配制，也就是按建筑物单层配制一整层 G-70 模板及相配套的 70 系列箱形梁、支撑横杆，配置 3 层立柱、快拆柱头、可调底座。标准支撑格构采用 1250mm × 1550mm 和 1550mm × 1850mm 两种。每层支撑安装前均按设计格构弹线定位，以确保支柱定位标准并保证上下楼层的楼板支柱完全对准，使施工荷载安全传递。由于采用泵送混凝土施工，常温下，浇捣楼板混凝土 3d 后（设计强度为 50%）即可拆除模板、箱形梁而周转于上一层楼支模施工，支柱则保留至楼板混凝土设计强度的 80% 后再行拆除。这样，模板及支撑系统均可节约 2/3 以下，大大减少了周转材料的投入、加快了周转速度，

楼板模板支撑结构如图 1-5 所示。

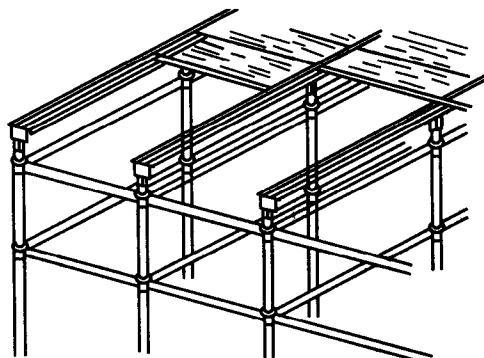


图 1-5 楼板模板支撑结构示意图

墙模、电梯井筒模板一层配置，按分层流水施工，墙模采用楔板、钢卡 $\phi 48$ 钢管背楞、对拉螺栓散支组合方式，方便可靠；电梯井筒模采用整体吊装工艺，也就是预先组装好井筒模板及作业平台，并拧动脱模器使筒模处于收模状态，再吊装使其就位并确保平台支腿伸入墙体所预留洞内，然后拧动脱模器支模就位，安装对拉螺栓紧固内外模板，照此循环往复。

1-2 塔柱移置组合钢模板施工技术

某体育场南区共有 11 组塔柱（每组 2 根塔柱），其中 2 组为实心塔柱，3 组为部分空心塔柱，6 组为空心塔柱。单根塔柱截面尺寸为 $8\text{m} \times (1.2\text{m} \sim 1.8\text{m})$ ，长向为弧形，各塔柱均由外向内单向缩进，弧面斜率不同，整体呈腰鼓形，且塔柱顶有多个不同的标高。在标高 20.000m 以下每 4m 设 100mm 宽、 30mm 深凹槽 1 道， 20.000m 以上每 2m 设 100mm 宽、 30mm 深凹槽 1 道。塔柱平面及立面示意图如图 1-6、1-7。

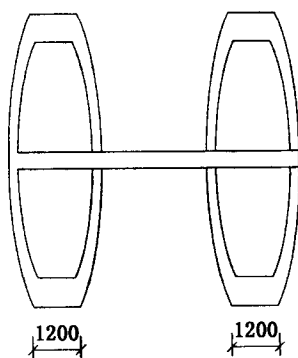


图 1-6 塔柱平面示意

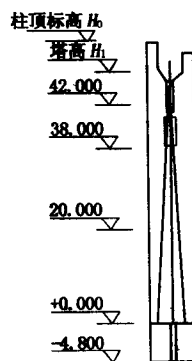


图 1-7 塔柱立面示意

塔柱原拟采用滑模施工，但由于塔柱立面上有收坡，且要求清水混凝土面效果，若采

用滑模施工混凝土表面易出现表面不平、缺棱掉角、蜂窝麻面、小裂缝等质量问题，无法保证清水混凝土效果。后确定塔柱采用移置组合钢模板施工工艺，钢模板采用企口式定型钢模，螺栓对拉采用直螺纹接头，凹槽采用楔形钢垫板，以确保塔柱达到清水混凝土面效果。

1-2-1 移置组合钢模板体系

1. 工艺原理

塔柱移置组合钢模板施工工艺为采用定型钢模，螺栓对拉，散支散拆，自下而上逐层移置组合钢模板。钢模板通过锚固在下二层柱壁上的一组双槽钢立柱作为支撑点，随钢模板的向上移置，钢立柱也不断向上提升。

2. 移置组合钢模板体系的构造

(1) 塔柱外模面板采用4mm厚钢板，板间采用子母口相互衔接，也称企口连接，企口宽40mm，并留2mm安装或拆模的余量，用M12螺栓连接成一体。边框和横肋采用L75×50×6(mm)角钢，横肋相对间距300mm。钢立柱用2根[16a槽钢焊成组合截面，间距不大于1000mm，高5.0m。钢立柱用M22直螺纹接头对拉螺栓固定，垂直间距不大于2000mm，水平间距不大于1000mm，凹槽用6mm楔形厚钢垫板(图1-8)。实心塔柱施工中将对拉螺栓做成带端压板的螺栓端，螺栓锚入柱混凝土内部分加焊100mm×100mm×6mm钢垫圈以充分锚固螺栓(图1-9)。

(2) 空心塔柱内模采用一般木模板内支撑平衡体系，利用外模的螺栓加垫圈定位。塔柱内模板用胶合板，弧形位置用木散板拼装，内横肋用方木，内竖肋为φ48钢管(2.5m长)，内支撑体系为两内侧板对撑。

(3) 塔柱模板内设置φ70×6mm锥形钢垫圈，拆模后再在凹槽面或柱表面用同配合比的混凝土补平，以确保混凝土表面颜色一致。为防止漏浆并保证拼缝严密，提高混凝土整体质量，对柱模板接口细部进行处理。在浇筑柱混凝土时，施工缝留在离模顶50mm位置，保证上下两段混凝土的接口顺直，以取得清水混凝土效果。钢模拆模时使用内顶螺栓脱模器。

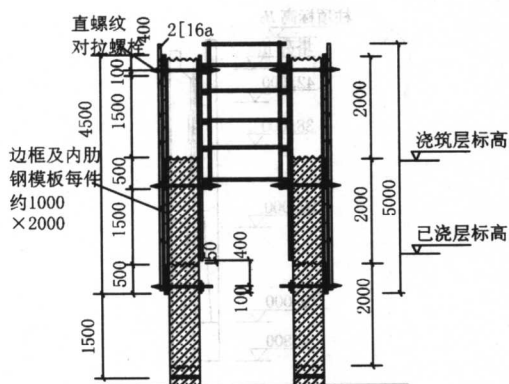


图 1-8 空心塔柱移置组合钢模板

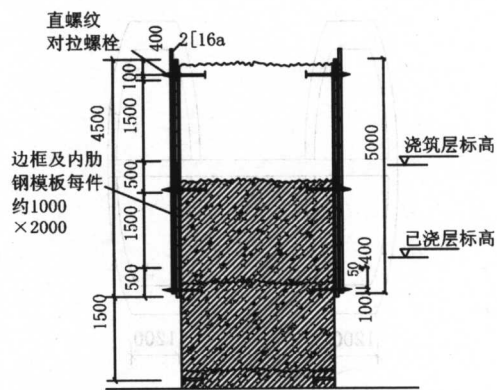


图 1-9 实心塔柱移置组合钢模板图