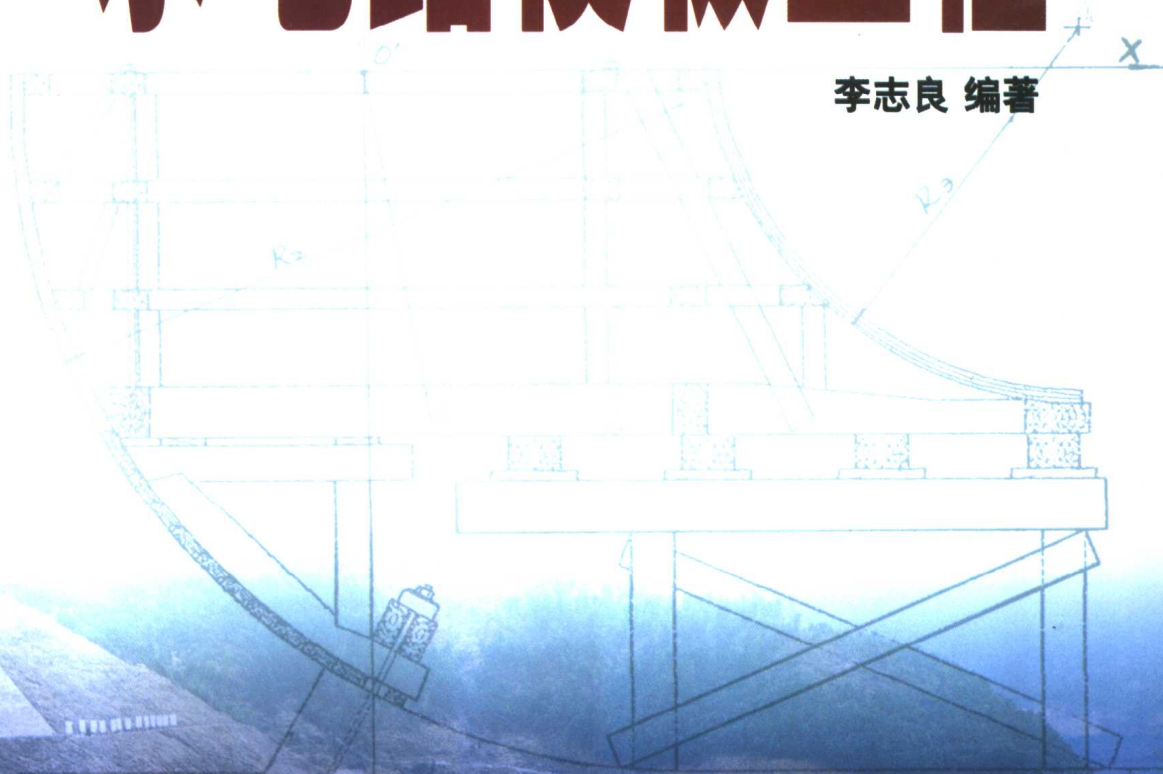


ZHONG XIAO XING  
SHUIDIANZHAN MOBAN GONGCHENG

# 中小型 水电站模板工程

李志良 编著



742

43



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

# 中小型 水电站模板工程

---

李志良 编著



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

### 内 容 提 要

本书结合某水电站的发电厂房、拦河大坝和引水隧洞等,系统地介绍了中小型水电站施工的模板材料、支模方法、配板技巧、支撑要点、结构计算和曲面模板及水工混凝土浇筑分层的原则和实例。内容丰富,实用性强。

本书可供从事模板工作的技术人员和支模工人使用,也可作为支模工的培训教材和水电院校施工专业的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

中小型水电站模板工程/李志良编著. -北京:中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0578-7

I. 中… II. 李… III. 水力发电站, 中小型-模板-建筑工程 IV. TV742

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 16636 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

2001 年 7 月第一版 2001 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 192 千字

印数 0001—3000 册 定价 20.00 元

· 版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

# 序

在土木建筑中，模板工程已成为施工中最重要的一环之一。它不仅直接影响工程质量、工程进度、工程成本和施工安全，还随着新型材料的应用而不断创新。

由于受自然条件、使用功能和设备安装等因素的影响，不同的水电站建筑物有其结构的特殊性，致使水电模板工程较为复杂。本书作者结合自身的施工实践，对中小型水电站的模板工程进行了系统的总结，特别是对进水口、渐变段及尾水管等水工曲面模板的设计、放样、制作和安装作了较详细的阐述，既适合施工技术人员查阅使用，也便于技术工人理解和掌握。

随着社会的发展，对电力的需求将逐步增加，作为“无烟工业”的水电站将以更大的规模、更快的速度、更高的要求向前发展。水工混凝土的需求量将猛增，这必将有力地推动模板工程的技术进步。本书的编辑出版将有利于帮助施工技术人员提高实际工作能力。同时，也希望从事于模板工程的读者结合工作中的具体问题勤思考，多总结，为实现我国水电站模板工程的系列化、标准化、定型化多作贡献。

黄树棠

1999年4月2日

# 目 录

序

|                         |    |
|-------------------------|----|
| <b>第一章 绪论</b> .....     | 1  |
| <b>第二章 常用模板材料</b> ..... | 2  |
| 第一节 模板面板材料 .....        | 2  |
| 第二节 模板支撑材料 .....        | 13 |
| <b>第三章 常用支模方法</b> ..... | 24 |
| 第一节 基础模板 .....          | 24 |
| 第二节 墙模板 .....           | 24 |
| 第三节 柱模板 .....           | 27 |
| 第四节 梁模板 .....           | 28 |
| <b>第四章 厂房模板</b> .....   | 30 |
| 第一节 尾水管模板 .....         | 31 |
| 第二节 水下墙模板 .....         | 37 |
| 第三节 楼板模板 .....          | 38 |
| 第四节 楼梯模板 .....          | 41 |
| 第五节 机墩模板 .....          | 42 |
| <b>第五章 大坝模板</b> .....   | 47 |
| 第一节 坝体模板 .....          | 47 |
| 第二节 廊道模板 .....          | 49 |
| 第三节 闸墩模板 .....          | 50 |
| 第四节 溢流面模板 .....         | 52 |
| 第五节 交通桥模板 .....         | 53 |
| <b>第六章 引水隧洞模板</b> ..... | 55 |

|            |                          |            |
|------------|--------------------------|------------|
| 第一节        | 进口段模板 .....              | 55         |
| 第二节        | 渐变段模板 .....              | 60         |
| 第三节        | 圆形隧洞模板 .....             | 64         |
| 第四节        | 圆环段模板 .....              | 65         |
| 第五节        | 隧洞分缝模板 .....             | 66         |
| <b>第七章</b> | <b>模板结构设计计算 .....</b>    | <b>67</b>  |
| 第一节        | 荷载计算及模板结构挠度要求 .....      | 67         |
| 第二节        | 木模板结构计算 .....            | 70         |
| 第三节        | 钢模板结构计算 .....            | 76         |
| 第四节        | 胶合板模板计算 .....            | 89         |
| 第五节        | 常用结构静力计算资料 .....         | 91         |
| <b>第八章</b> | <b>水工曲面模板 .....</b>      | <b>104</b> |
| 第一节        | 工程中常用曲线 .....            | 104        |
| 第二节        | 工程中常用曲面 .....            | 108        |
| 第三节        | 曲面模板概述 .....             | 116        |
| 第四节        | 曲面模板几何计算实例 .....         | 120        |
| 附录 A       | 某水电站主厂房混凝土浇筑分层图 .....    | 128        |
| 附录 B       | 某浆砌石拱坝混凝土浇筑分层图 .....     | 129        |
| 附录 C       | 某水电站引水洞进口段混凝土浇筑分层图 ..... | 130        |
| 参考文献       | .....                    | 131        |
| 后记         | .....                    | 132        |

# 第一章

## 绪 论

我国河川水能资源丰富,理论蕴藏量为 6.76 亿 kW,技术可开发容量 3.78 亿 kW,相应年发电量 19233 亿 kW·h,到 1999 年,水电装机容量为 7297 万 kW,年发电量为 2129 亿 kW·h,开发利用率仅为 11%。

水电站是把水能转换成电能的工厂。主要由挡水建筑物、泄水建筑物、排沙设施、发电引水系统、发电系统以及其他引水设施和过坝设施等组成。水电站的水库可以综合利用,如:防洪、防凌;向农村和城市供水,以满足农田灌溉、工业和生活用水的需求;在水库的上下游形成良好的通航航道,发展航运;发展养殖业;发展旅游业等。水能资源是再生资源。实践证明,常规水电站的发电成本远低于火力发电厂和核电厂,而且不排放有害气体和烟尘,也不会产生核污染,所以应尽量优先开发水电。

在水电站建筑中,现浇钢筋混凝土结构是其主要的结构型式。根据施工经验统计,在闸、坝等大体积混凝土施工中,模板工程的造价约占钢筋混凝土总造价的 5%~10%,用工量占总用工量的 10%~20%;而在厂房或结构复杂的混凝土施工中,模板工程的造价约占钢筋混凝土总造价的 20%~30%,用工量占总用工量的 30%~50%。显然,模板工程已成为施工中的最重要的环节之一。因此,采用先进的模板技术,对于提高工程质量、加快施工进度、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。

在水工建筑物施工中,按模板的使用特点可将其分为:① 普通模板,包括木模板、组合钢模板和胶合板模板等;② 异形模板,包括尾水管模板、渐变段模板、蜗壳模板等;③ 移动模板,包括半悬臂模板、悬臂模板、钢模台车、自升模板、针梁模板等;④ 滑动模板,包括滑模、拖模等;⑤ 预制混凝土模板,包括预制廊道模板、预制倒“T”形梁模板、预制叠合板模板等。

中小型水电站一般由发电厂房、拦河大坝、引水及溢洪设施等水工建筑物组成,多建于山丘地区,以利用其良好的自然条件,获取较好的投资效益和社会效益。由于其施工规模不大,施工单位配备的机械设备不多,施工中主要使用普通木模板、竹胶合板模板、散装钢模板、异形木模板和轻便的移动式模板等。

## 第二章

# 常用模板材料

模板是在混凝土工程施工中,用以控制混凝土拌和物,使之按要求成型的构造设施。模板结构包括模板面板、支承件和连接件等。在混凝土结构施工中要耗用大量的模板材料。初期因受技术水平、生产能力的限制,只能依照现场施工的构件尺寸把零散木板和木枋进行组合,后来采用了能重复使用的木制定型模板;70年代中期,上海宝钢开始引进组合钢模板生产技术,并坚持“以钢代木”的技术经济政策,节约了大量的木材,同时形成了较为完整的模板施工工艺;80年代初期,在南京金陵饭店高层现浇平板结构施工中,首次采用木胶合板模板,并推广使用钢框木胶合板模板,解决了钢材供需矛盾,同时提高了模板表面质量;90年代初,我国研究并成功开发了竹胶合板模板,较好地解决了模板资源的供需矛盾,大幅降低了模板造价。特别是近年来,随着国际交往的扩大及国内专业模板公司的涌现,我国的模板技术发展更快。

### 第一节 模板面板材料

模板面板直接与混凝土表面接触,承受新浇混凝土的荷载及传来的施工荷载。要求其变形在允许范围之内且不漏浆,此外模板表面应不影响混凝土的硬化,便于脱模且能满足混凝土表面的装饰工艺要求。

模板面板常用材料有木模板、钢模板及胶合板模板等。

#### 一、木模板

木材是传统的模板材料,其树种可按各地区实际情况采用,材质不宜低于Ⅲ等材。施工单位大多根据自己的支模习惯和工程的实际情况将木材制成一定的模板标准件,供周转使用。

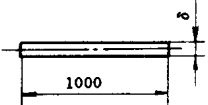
木模板由面板和串用圆钉钉制而成。面板厚度一般采用30mm,当承受的荷载较小时,也可采用厚度为15mm、20mm或25mm等的木板。串是将单块木板连成整体的条形构件,其尺寸应根据面板幅面的大小选用,一般串的断面为60mm×90mm、50mm×70mm、30mm×40mm等。

常用木模板见图2-1。对使用次数较多的常用杉木做成标准尺寸,如:30mm×800mm×2150mm、30mm×800mm×500mm等,其余均使用松木,按实际需要加工。常用木模板力学性能见表2-1。



表 2-1

常用木模板力学性能表

| 面板厚度<br>$\delta$ (mm) | 截 面 尺 寸<br>(mm)                                                                   | 截面面积<br>$A$ (cm <sup>2</sup> ) | 惯 性 矩<br>$I_x$ (cm <sup>4</sup> ) | 截面抵抗矩<br>$W_x$ (cm <sup>3</sup> ) | 截面 $x-x$ 轴以下的面积对<br>$x-x$ 轴的面积矩<br>$S_x$ (cm <sup>3</sup> ) |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 15                    |  | 150.0                          | 28.1                              | 37.5                              | 28.1                                                        |
| 20                    |                                                                                   | 200.0                          | 66.7                              | 66.7                              | 50.0                                                        |
| 25                    |                                                                                   | 250.0                          | 130.2                             | 104.2                             | 78.1                                                        |
| 30                    |                                                                                   | 300.0                          | 225.0                             | 150.0                             | 112.5                                                       |

## 二、组合钢模板

组合钢模板为模数制的模板系列，由钢模板、连接件和支承件三部分组成，具有组装灵活、通用性强、装拆方便、安装工效高、周转次数多、可节省大量木材等优点。

### (一) 钢模板

钢模板由厚度 2.3mm、2.5mm Q235 钢的钢板冷轧冲压成槽板后，组装焊接成型，主要包括平面模板、阴角模板、阳角模板和连接角模等。

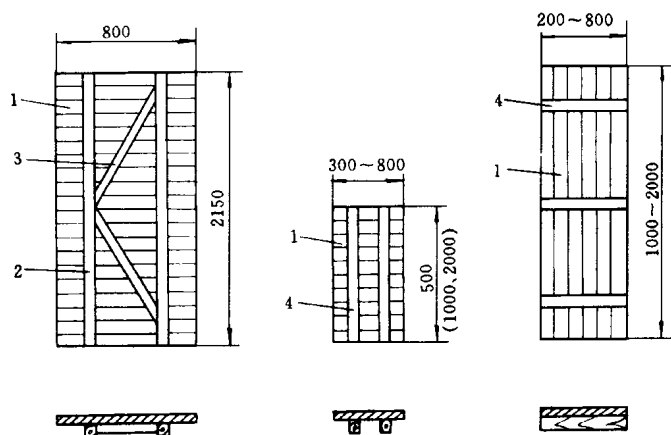


图 2-1 常用木模板

1—面板 (厚 30mm); 2—串 (60mm×90mm); 3—斜撑 (40mm×60mm); 4—串 (50mm×70mm)

#### 1. 平面模板

用于基础、墙体、梁柱和板等各种结构的平面部位，如图 2-2 所示。2.3mm、2.5mm 厚平面模板力学性能分别见表 2-2、表 2-3。

#### 2. 转角模板

用于结构的转角部位，分阴角、阳角和连接角模板等三种，如图 2-3 所示。

#### 3. 倒棱模板

用于柱、梁、墙体等阳角的倒棱部位，分角棱和圆棱模板两种，如图 2-4 所示。

#### 4. 梁腋模板

用于渠道、沉箱和高架结构等的梁腋部位，如图 2-5 所示。

表 2-2

2.3mm 厚平面模板力学性能表

| 模板宽度<br>(mm) | 截面积<br>$A$<br>( $\text{cm}^2$ ) | 中性轴<br>位置 $y_0$<br>(cm) | $x$ 轴截面<br>惯性矩 $I_x$<br>( $\text{cm}^4$ ) | 截面最小<br>抵抗矩 $W_x$<br>( $\text{cm}^3$ ) | 截面简图 |
|--------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|------|
| 300          | 10.80<br>(9.78)                 | 1.11<br>(1.00)          | 27.91<br>(26.39)                          | 6.36<br>(5.86)                         |      |
| 250          | 9.65<br>(8.63)                  | 1.23<br>(1.11)          | 26.62<br>(25.38)                          | 6.23<br>(5.78)                         |      |
| 200          | 7.02<br>(6.39)                  | 1.06<br>(0.95)          | 17.63<br>(16.62)                          | 3.97<br>(3.65)                         |      |
| 150          | 5.87<br>(5.24)                  | 1.25<br>(1.14)          | 16.40<br>(15.64)                          | 3.86<br>(3.58)                         |      |
| 100          | 4.72<br>(4.09)                  | 1.53<br>(1.42)          | 14.54<br>(14.11)                          | 3.66<br>(3.46)                         |      |

注 表中上面数字为毛截面, 下面括号内数字为净截面。

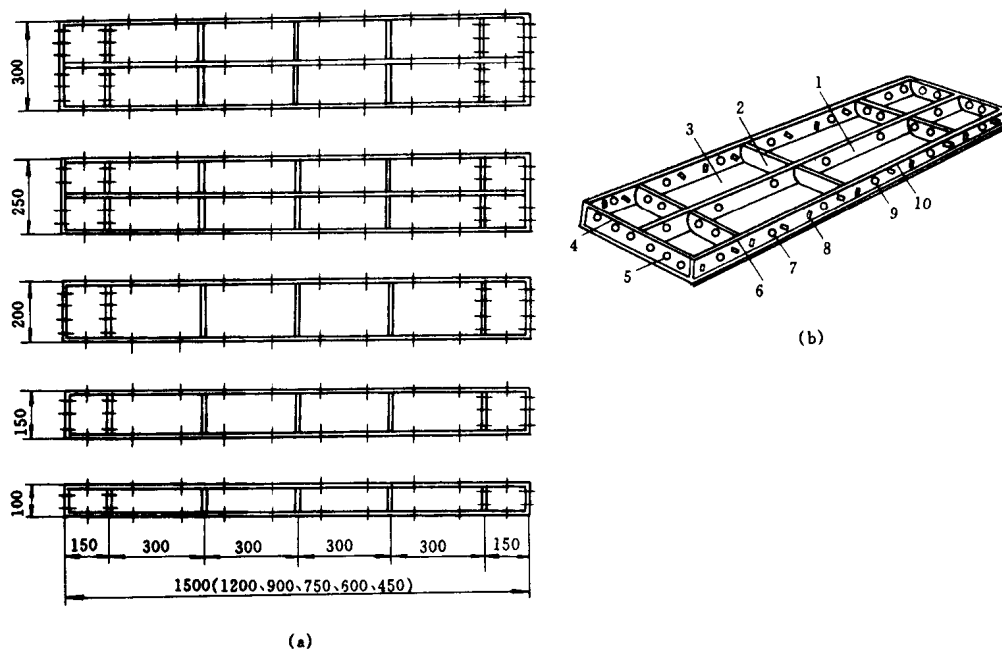


图 2-2 平面模板

(a) 平面模板图; (b) 平面模板透视图

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

表 2-3

2.5mm 厚平面模板力学性能表

| 模板宽度<br>(mm) | 截 面 积<br>A<br>(cm <sup>2</sup> ) | 中性轴<br>位置 $y_0$<br>(cm) | $x$ 轴截面<br>惯性矩 $I_x$<br>(cm <sup>4</sup> ) | 截面最小<br>抵抗矩 $W_x$<br>(cm <sup>3</sup> ) | 截 面 简 图 |
|--------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|
| 300          | 11.44<br>(10.40)                 | 1.07<br>(0.96)          | 28.59<br>(26.97)                           | 6.45<br>(5.94)                          |         |
| 250          | 10.19<br>(9.15)                  | 1.19<br>(1.07)          | 27.33<br>(25.98)                           | 6.34<br>(5.86)                          |         |
| 200          | 7.63<br>(6.94)                   | 1.07<br>(0.96)          | 19.06<br>(17.98)                           | 4.30<br>(3.96)                          |         |
| 150          | 6.38<br>(5.69)                   | 1.26<br>(1.14)          | 17.71<br>(16.91)                           | 4.18<br>(3.88)                          |         |
| 100          | 5.13<br>(4.44)                   | 1.53<br>(1.43)          | 15.72<br>(15.25)                           | 3.96<br>(3.75)                          |         |

注 表中上面数字为毛截面，下面括号内数字为净截面。

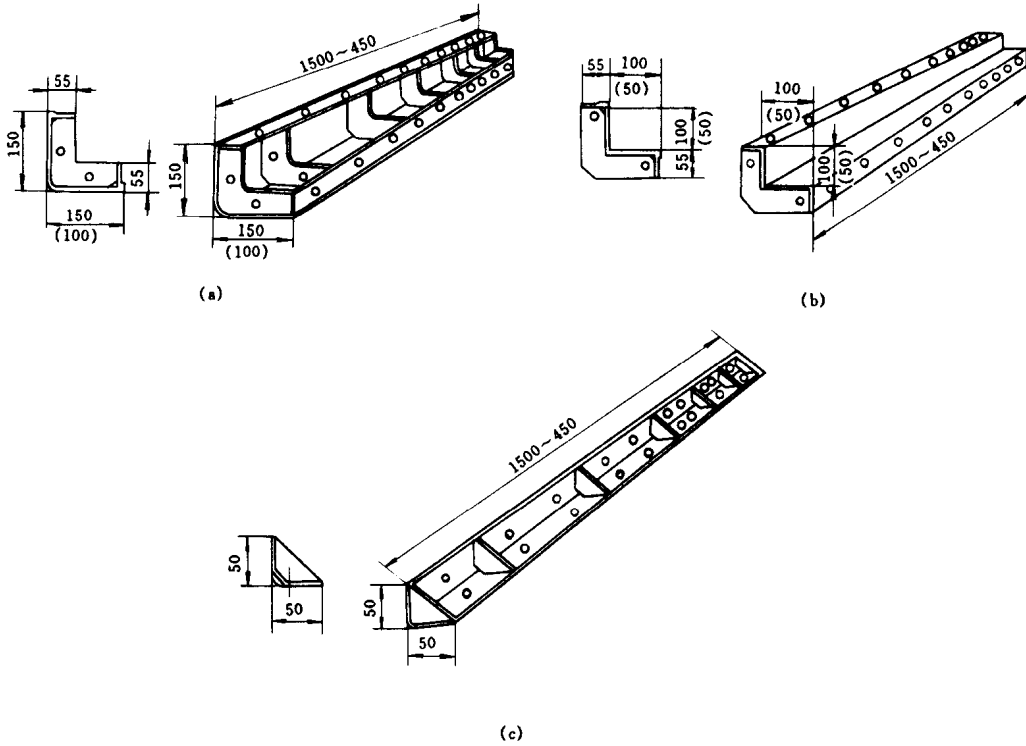


图 2-3 转角模板

(a) 阴角模板；(b) 阳角模板；(c) 连接角模

### 5. 其他模板

包括柔性模板、搭接模板、可调模板和嵌补模板等，其用途和规格如表 2-4 所示。

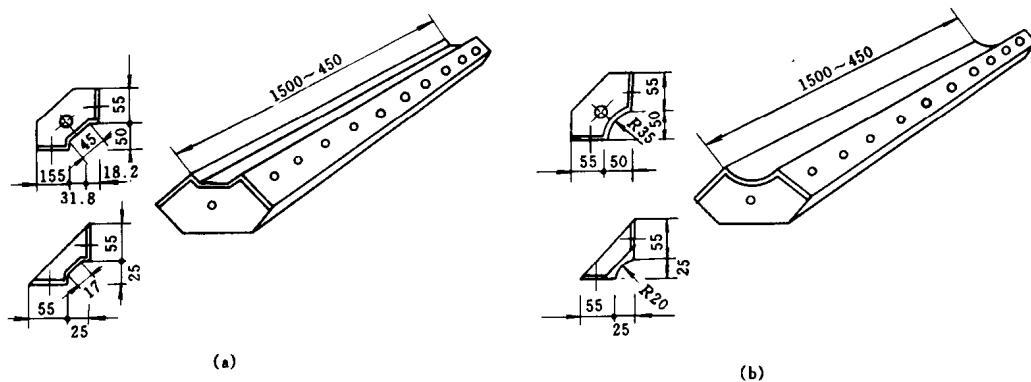


图 2-4 倒棱模板  
(a) 角棱模板; (b) 圆棱模板

表 2-4

其他模板的用途和规格

| 名 称  |      | 图 示          | 用 途              | 宽 度<br>(mm)         | 长 度<br>(mm)  |
|------|------|--------------|------------------|---------------------|--------------|
| 柔性模板 |      |              | 用于圆形筒壁、曲面墙体等部位   | 100                 | 与平面模板同       |
| 搭接模板 |      |              |                  | 75                  |              |
| 可调模板 | 双 曲  |              |                  | 300、200             | 1500、900、600 |
|      | 变 角  |              |                  | 200、160             |              |
| 嵌补模板 | 平面嵌板 | 与平面模板和转角模板相同 | 用于梁、柱、板、墙等结构接头部位 | 200、150、100         | 300、200、150  |
|      | 阴角嵌板 |              |                  | 150 × 150、100 × 150 |              |
|      | 阳角嵌板 |              |                  | 100 × 100、50 × 50   |              |

组合钢模板的规格编码见表 2-5。

表 2-5

钢模板规格编码表

| 模 板 长 度 (mm)   |                 |     |        |                 |        |                 |        |                 |        |                 |        |                  |        |                  |
|----------------|-----------------|-----|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|------------------|--------|------------------|
| 模 板 名 称        |                 |     | 450    |                 | 600    |                 | 750    |                 | 900    |                 | 1200   |                  | 1500   |                  |
|                |                 |     | 代 号    | 尺 寸             | 代 号    | 尺 寸             | 代 号    | 尺 寸             | 代 号    | 尺 寸             | 代 号    | 尺 寸              | 代 号    | 尺 寸              |
| 平面模板<br>(代号 P) | 宽度<br>(mm)      | 300 | P3004  | 300×450         | P3006  | 300×600         | P3007  | 300×750         | P3009  | 300×900         | P3012  | 300×1200         | P3015  | 300×1500         |
|                |                 | 250 | P2504  | 250×450         | P2506  | 250×600         | P2507  | 250×750         | P2509  | 250×900         | P2512  | 250×1200         | P2515  | 250×1500         |
|                |                 | 200 | P2004  | 200×450         | P2006  | 200×600         | P2007  | 200×750         | P2009  | 200×900         | P2012  | 200×1200         | P2015  | 200×1500         |
|                |                 | 150 | P1504  | 150×450         | P1506  | 150×600         | P1507  | 150×750         | P1509  | 150×900         | P1512  | 150×1200         | P1515  | 150×1500         |
|                |                 | 100 | P1004  | 100×450         | P1006  | 100×600         | P1007  | 100×750         | P1009  | 100×900         | P1012  | 100×1200         | P1015  | 100×1500         |
| 倒棱模板           | 阴角模板<br>(代号 E)  |     | E1504  | 150×150<br>×450 | E1506  | 150×150<br>×600 | E1507  | 150×150<br>×750 | E1509  | 150×150<br>×900 | E1512  | 150×150<br>×1200 | E1515  | 150×150<br>×1500 |
|                |                 |     | E1004  | 100×150<br>×450 | E1006  | 100×150<br>×600 | E1007  | 100×150<br>×750 | E1009  | 100×150<br>×900 | E1012  | 100×150<br>×1200 | E1015  | 100×150<br>×1500 |
|                |                 |     | Y1004  | 100×100<br>×450 | Y1006  | 100×100<br>×600 | Y1007  | 100×100<br>×750 | Y1009  | 100×100<br>×900 | Y1012  | 100×100<br>×1200 | Y1015  | 100×100<br>×1500 |
|                |                 |     | Y0504  | 50×50<br>×450   | Y0506  | 50×50<br>×600   | Y0507  | 50×50<br>×750   | Y0509  | 50×50<br>×900   | Y0512  | 50×50<br>×1200   | Y0515  | 50×50<br>×1500   |
|                |                 |     | J0004  | 50×50<br>×450   | J0006  | 50×50<br>×600   | J0007  | 50×50<br>×750   | J0009  | 50×50<br>×900   | J0012  | 50×50<br>×1200   | J0015  | 50×50<br>×1500   |
| 倒棱模板           | 角棱模板<br>(代号 JL) |     | JL1704 | 17×450          | JL1706 | 17×600          | JL1707 | 17×750          | JL1709 | 17×900          | JL1712 | 17×1200          | JL1715 | 17×1500          |
|                |                 |     | JL4504 | 45×450          | JL4506 | 45×600          | JL4507 | 45×750          | JL4509 | 45×900          | JL4512 | 45×1200          | JL4515 | 45×1500          |
|                |                 |     | YL2004 | 20×450          | YL2006 | 20×600          | YL2007 | 20×750          | YL2009 | 20×900          | YL2012 | 20×1200          | YL2015 | 20×1500          |
|                |                 |     | YL3504 | 35×450          | YL3506 | 35×600          | YL3507 | 35×750          | YL3509 | 35×900          | YL3512 | 35×1200          | YL3515 | 35×1500          |
|                |                 |     | IY1004 | 100×50<br>450   | IY1006 | 100×50<br>×600  | IY1007 | 100×50<br>×750  | IY1009 | 100×50<br>×900  | IY1012 | 100×50<br>×1200  | IY1015 | 100×50<br>×1500  |
| 可调模板           | 梁腋模板<br>(代号 IY) |     | IY1504 | 150×50<br>×450  | IY1506 | 150×50<br>×600  | IY1507 | 150×50<br>×750  | IY1509 | 150×50<br>×900  | IY1512 | 150×50<br>×1200  | IY1515 | 150×50<br>×1500  |
|                |                 |     | Z1004  | 100×450         | Z1006  | 100×600         | Z1007  | 100×750         | Z1009  | 100×900         | Z1012  | 100×1200         | Z1015  | 100×1500         |
|                |                 |     | D7504  | 75×450          | D7506  | 75×600          | D7507  | 75×750          | D7509  | 75×900          | D7512  | 75×1200          | D7515  | 75×1500          |
|                |                 |     |        |                 | T3006  | 300×600         |        |                 | T3009  | 300×900         |        |                  | T3015  | 300×1500         |
|                |                 |     |        |                 | T2006  | 200×600         |        |                 | T2009  | 200×900         |        |                  | T2015  | 200×1500         |
| 可调模板           | 变角<br>(代号 B)    |     |        |                 | B2006  | 200×600         |        |                 | B2009  | 200×900         |        |                  | B2015  | 200×1500         |
|                |                 |     |        |                 | B1606  | 160×600         |        |                 | B1609  | 160×900         |        |                  | B1615  | 160×1500         |
|                |                 |     |        |                 |        |                 |        |                 |        |                 |        |                  |        |                  |

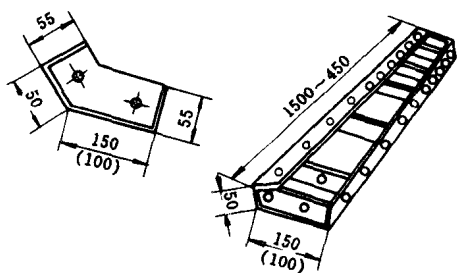


图 2-5 梁腋模板

## (二) 连接件

连接件包括 U 形卡、L 形插销、钩头螺栓、紧固螺栓、扣件及对拉螺栓等。

### 1. U 形卡

用作钢模板纵横向自由拼接，将相邻钢模板夹紧固定的主要连接件，如图 2-6 所示。施工时同一拼缝上的 U 形卡不应向同一个方向卡紧，其安装间距不大于 300mm。

### 2. L 形插销

用以增强钢模板纵向拼接刚度，保证接缝处板面平整，如图 2-7 所示。

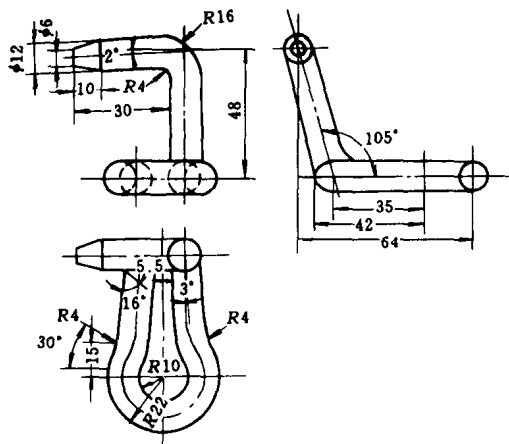


图 2-6 U 形卡

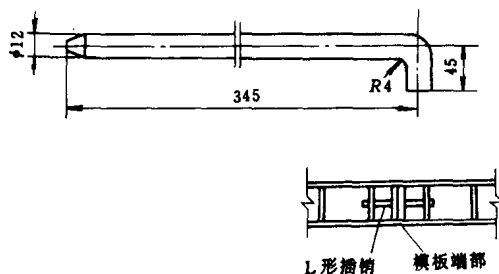


图 2-7 L 形插销

### 3. 钩头螺栓

用于钢模与内外钢楞之间的连接固定，如图 2-8 所示。

### 4. 紧固螺栓

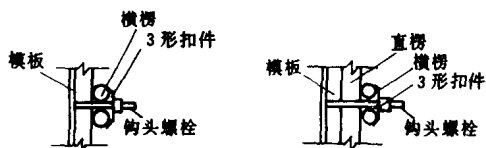
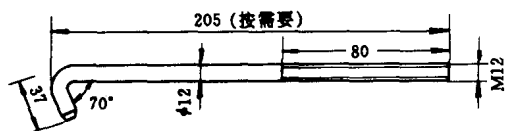


图 2-8 钩头螺栓

用以紧固内外钢楞，增加模板拼装后的整体刚度，如图 2-9 所示。

### 5. 扣件

用于钢楞与钢模板或钢楞之间的紧固连接，与其他配件一起将钢模板拼装连接成整体。扣件应与相应的钢楞配套使用。按钢楞的不同形状，分别采用蝶形扣件和 3 形扣件，见表 2-6。还有一种采用  $\delta = 4\text{mm}$  Q235 钢板制成，能与 M16 对拉螺栓配套使用的扣件，其容许荷载达 26kN (图 2-10)。

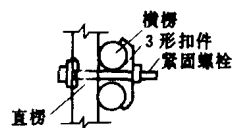


图 2-9 紧固螺栓

表 2-6

蝶形和 3 形扣件的规格和性能

| 名称    | 简 图 | 型号 | $a$ | $b$ | $c$ | $d$       | $e$ | $\delta$ | $L$ | $h$ | 容许荷载<br>(kN) |
|-------|-----|----|-----|-----|-----|-----------|-----|----------|-----|-----|--------------|
| 碟形扣件  |     | 大  | 15  | 74  | 53  | $\phi 18$ | 61  | 3.5      | 145 | 30  | 18           |
|       |     | 小  | 10  | 60  | 43  | $\phi 16$ | 49  | 3        | 122 | 20  |              |
| 3 形扣件 |     | 大  | 92  | 40  | —   | $\phi 15$ | 13  | 2.5      | 175 | 32  | 12           |
|       |     | 小  | 66  | 25  | —   | $\phi 15$ | 9   | 2        | 120 | 22  |              |

注 规格尺寸单位为 mm。

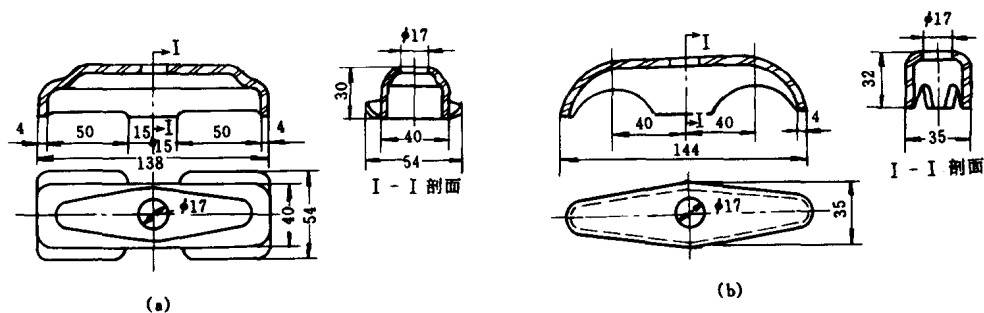


图 2-10 与 M16 对拉螺栓配套使用的扣件

(a) 蝶形扣件; (b) 3 形扣件

## 6. 对拉螺栓

用以拉结两竖向侧模板，保持两侧模板的间距，承受新浇混凝土侧压力和其他荷载，确保模板有足够的刚度和强度。常用圆杆式拉杆，又称穿墙螺栓、对拉螺栓，分组合式和整体式两种，分别如图 2-11、图 2-12 所示。

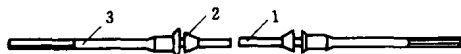


图 2-11 组合式拉杆

1—内拉杆；2—顶帽；3—外拉杆

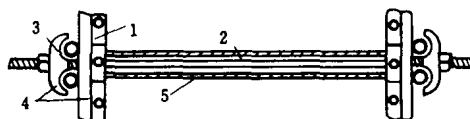


图 2-12 整体式拉杆

1—钢模板；2—对拉螺栓；3—扣件；4—钢楞；5—套管

整体式拉杆一般为自制通长螺栓。拆除时可将对拉螺栓齐混凝土表面切断，亦可在混凝土内加埋套管，将对拉螺栓抽出重复使用。

对拉螺栓的力学性能参见表 2-7。

表 2-7 螺栓的规格和承载力设计值

| 规 格 | 螺栓毛截面面积<br>$A$<br>( $\text{cm}^2$ ) | 螺栓有效截面面积<br>$A_e$<br>( $\text{cm}^2$ ) | 受拉的承载力<br>设计值 $N_t^b$<br>(kN) | 单面受剪的承载力<br>设计值 $N_v^b$<br>(kN) |
|-----|-------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| M12 | 1.131                               | 0.843                                  | 14.33                         | 14.70                           |
| M14 | 1.539                               | 1.154                                  | 19.62                         | 20.01                           |
| M16 | 2.011                               | 1.567                                  | 26.64                         | 26.14                           |
| M18 | 2.545                               | 1.925                                  | 32.73                         | 33.09                           |
| M20 | 3.142                               | 2.448                                  | 41.62                         | 40.85                           |
| M22 | 3.801                               | 3.034                                  | 51.58                         | 49.41                           |
| M24 | 4.524                               | 3.525                                  | 59.93                         | 58.81                           |
| M27 | 5.726                               | 4.594                                  | 78.10                         | 74.44                           |

## 三、胶合板模板

用作模板材料的胶合板有木胶合板和竹胶合板两种。木胶合板是一组单板（薄木片）按相邻层木纹方向互相垂直组坯胶合而成的板材，其表板和内层板对称地配置在中心层或板芯的两侧。竹胶合板是一组竹片铺放成的单板互相垂直组坯胶合而成的板材。

胶合板用作模板具有以下优点：

(1) 板幅大，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) 材质轻。厚 12mm 的竹胶合板每重约 10.2kg，模板的运输、堆放、使用和管理等都较为方便。

(3) 周转次数高。特别是经过表面处理后，使其具有良好的耐碱性、耐水性、耐热性、耐磨性以及脱模性，可周转使用 50 次以上。

(4) 保温性能好。能防止温度变化过快，冬季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。

### (一) 木胶合板模板

木胶合板模板，目前系按林业部标准《混凝土模板用胶合板》(ZB B70006—88)的规定而制作的，是具有高耐气候、耐水性的 I 类胶合板。主要用克隆、阿必东、柳安、桦

木、马尾松、云南松和落叶松等树种加工，胶粘剂为酚醛树脂胶，且板面经处理后形成保护膜。

#### 1. 构造和尺寸

模板用胶合板通常由 5、7、9、11 层等奇数层单板经热压固化而胶合成型。由于最外层表板的纹理方向就是胶

合板板面的长向，因此胶合板的长方向为强方向，短方向为弱方向。

模板用胶合板的幅面尺寸如表 2-8 所示。

#### 2. 物理力学性能

模板用胶合板的物理力学性能指标值，规定有胶合强度、弹性模量和静曲强度 3 项，分别见表 2-9 及表 2-10。

表 2-9 模板用胶合板的胶合强度指标值

| 树 种                  | 胶合强度 (单个试件指标值)<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------------|----------------------------------------|
| 桦木                   | ≥1.00                                  |
| 克隆、阿必东、马尾松、云南松、荷木、枫香 | ≥0.80                                  |
| 柳安、拟赤杨               | ≥0.70                                  |

表 2-10 模板用胶合板纵向弯曲强度和

#### 弹性模量指标值

| 树 种         | 静弯曲强度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 弹性模量<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------|-------------------------------|------------------------------|
| 柳安          | 25                            | $3.5 \times 10^3$            |
| 马尾松、云南松、落叶松 | 30                            | $4.0 \times 10^3$            |
| 桦木、克隆、阿必东   | 35                            | $4.5 \times 10^3$            |

### (二) 竹胶合板模板

竹胶合板模板以速生的竹材为主要原料，具有收缩率、膨胀率和吸水率低，承载能力大的优点，有很大的发展前途。其质量应达到建设部标准《竹胶合板模板》(JG/T3026—1995)中规定的要求。

#### 1. 构造和尺寸

竹胶合板模板由面板和芯板组成。芯板通常为竹帘单板，系先将竹片进行高温软化，再作烤青、烤黄、去竹衣及干燥等处理后由人工或编织机编织。面板通常为编席单板，系将竹子劈成篾片再编织成竹席。为改善表面质量，板面可覆木板或作涂膜、覆膜处理。其规格尺寸如表 2-11 所列。

#### 2. 物理力学性能

竹胶合板的物理力学性能因其产地不同而相差很大，各地产品的静曲强度约在 50 ~