

建筑施工工程师技术丛书

现代模板工程

杨宗放 郭正兴 编著

中国建筑工业出版社

建筑施工工程师技术丛书

现代模板工程

杨宗放 郭正兴 编著

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书系统地介绍现代模板工程设计与施工。内容包括：组合钢模板、胶合板模板、塑料模壳与玻璃钢模壳、预制混凝土薄板、压型钢板、透水模板与网状模板、装饰混凝土模板、各类模板支撑、模板设计、早拆模板体系、台模体系、大模板体系、爬升模板体系、隧道模体系，以及模板工程经济分析等。

本书可供建筑施工、设计人员与土建大专院校师生学习，也可供桥梁与水利工程技术人员参考。

* * *

责任编辑 林婉华

建筑施工工程师技术丛书

现代模板工程

杨宗放 郭正兴 编著

*

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

北京市顺义燕华印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：7¹/₄ 字数：194千字

1995年1月第一版 1995年1月第一次印刷

印数：1—4,200册 定价：7.50元

ISBN 7-112-02279-7

TU · 1767 (7304)

出 版 说 明

当前，新技术革命浪潮冲击着一切经济部门，建筑业也不例外。许多现代化的科学技术方法和管理手段正逐步地应用在建筑业中，取得了越来越大的经济效益。党的十一届三中全会以来，我国的建筑事业得到了蓬勃发展，各种现代化的建筑如雨后春笋，逐年增多。常年奔波在施工生产第一线的建筑施工工程师们，担负着繁重而复杂的施工任务。他们渴望学习新技术，提高业务水平，渴望更新自己的知识以适应现代化的要求。从科学技术的发展和四化建设的需要考虑，对在职科技人员进行继续教育的重要性和迫切性也日益突出。为此，我们组织出版了这套丛书，希望这套书能对他们有所裨益，并在工程实践中广泛应用新技术，建造出更多优良的工程，取得更佳的经济效益。

城乡建设环境保护部曾委托同济大学、重庆建筑工程学院、哈尔滨建筑工程学院从1981年开始举办建筑施工工程师进修班。这套丛书就是根据这些班的教学内容，结合当前施工技术的发展，将施工新技术、新材料、新结构的课题适当加多，以同济大学的老师为主组织编写的。可作为工程师进修班的教材，也可作为建筑施工工程师和有关人员自学参考。计划列题十余种，三年左右出齐。成书时尽量做到内容完整系统，文字叙述深入浅出，以便于现场施工工程师和技术员自学。当然，书中的内容选材是否适当，能否满足读者的要求，还希望广大读者提出意见，以便我们改进。谢谢！

城乡建设环境保护部干部局

中国建筑工业出版社

1986年6月

前 言

现代模板工程主要是指采用新型模板材料与工业化模板体系为特征的现浇混凝土结构用模板工程。现浇混凝土结构用模板工程的造价约占钢筋混凝土工程总造价的30%，总用工量的50%。推动模板工程的技术进步，对提高工程质量、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。

70年代初，我国提出“以钢代木”技术政策，开始发展钢模板与钢脚手架。70年代中期，发展到采用工业化模板（如液压滑升模板、大模板）的新阶段。70年代末，发展起来的组合钢模板，由于其使用灵活、通用性强等特点，目前仍是采用较广的一种模板。

80年代以来，现浇混凝土结构用模板趋于多样化、体系化，发展更为迅速。主要有：胶合板模板（木胶板模板、竹胶板模板、钢框胶板模板）、塑料模壳与玻璃钢模壳、永久性模板（包括预制混凝土薄板、压型钢板等）、网状模板、门式钢支架、早拆模板体系、台模体系、大模板体系、爬模体系，隧道模体系等。

本书系统地介绍了新型模板面板、模板支撑与模板工程设计，并在这一基础上介绍了各类模板体系的构造与使用。本书还增加了现代模板工程的经济分析知识。由于滑模体系已有专著出版，本书从略。

本书第一章第三、四、六节、第三章、第四章第一、二节及第五章由杨宗放编写；第一章第一、二、五、七节、第二章、第四章第三、四、五节由郭正兴编写。书中插图由刘群等同志绘制。

目 录

前言

第一章 模板面板.....1

第一节 组合钢模板.....1

一、钢模板与配件.....1

二、安装与使用.....3

第二节 胶合板模板.....4

一、木胶合板模板.....5

二、竹胶合板模板14

三、工程应用16

第三节 塑料模壳与玻璃钢模壳21

一、塑料模壳21

二、玻璃钢模壳31

三、圆柱玻璃钢模板34

第四节 预制混凝土薄板39

一、预应力混凝土薄板40

二、双钢筋混凝土薄板47

第五节 压型钢板模板51

一、压型钢板板型与规格51

二、压型钢板模板施工53

第六节 脱水模板与网状模板57

一、脱水模板57

二、网状模板59

第七节 装饰混凝土模板63

一、衬模材料63

二、花饰图案设计65

三、模板安装与拆除67

第二章 模板支撑	69
第一节 钢管支架	69
一、钢管材料与配件	69
二、钢管支架计算	72
第二节 钢支柱	74
一、构造与材料	74
二、钢支柱承载力	75
三、工程应用	79
第三节 门型架支撑	81
一、构造与材料	81
二、门型架承载力	82
三、工程应用	86
第四节 水平支撑梁	88
一、平面水平支撑梁	88
二、曲面水平支撑梁	95
三、工程应用	98
第三章 模板设计	102
第一节 荷载计算	102
一、荷载分类与组合	102
二、新浇筑混凝土对模板侧面的压力	103
三、荷载设计值	114
四、作用在水平模板上的冲击荷载	117
五、高层建筑施工中现浇楼板的荷载传递与支模层数	122
第二节 设计公式	137
一、模板构件的最大弯矩、剪力与挠度	137
二、模板构件的承载能力	140
三、模板构件按弯矩、剪力和挠度的临界长度	142
第三节 设计示例	144
第四章 模板体系	150
第一节 早拆模板体系	150
一、早拆模板构造	150
二、早拆模板工艺	157

三、工程实例·····	119
第二节 台模体系·····	131
一、立柱式台模·····	162
二、桁架式台模·····	170
三、悬架式台模·····	173
第三节 大模板体系·····	177
一、大模板类型·····	177
二、大模板施工·····	180
三、大模板构造细节·····	182
四、筒子模·····	186
第四节 爬升模板体系·····	188
一、爬升方法·····	189
二、爬升设备·····	193
三、工程应用·····	197
第五节 隧道模·····	200
一、隧道模构造·····	201
二、隧道模施工·····	202
第五章 模板工程经济分析·····	206
第一节 影响模板工程经济的几个问题·····	206
一、混凝土结构设计与模板工程经济分析·····	206
二、模板制作、安装和拆除的经济性·····	207
三、施工安排与模板工程经济的关系·····	209
四、模板工程经济与建筑总造价·····	210
五、模板租赁与模板工程经济·····	210
第二节 现浇混凝土结构模板的技术经济分析·····	211
一、静态分析方法·····	211
二、动态分析方法·····	214
参考文献·····	216

第一章 模 板 面 板

模板面板直接与混凝土表面接触。流动状态的新浇筑混凝土有自重或侧压力直接作用到模板面板上，这就要求模板面板有一定的承载能力和刚度；混凝土又呈碱性，这就还要求模板面板既不影响混凝土硬化，又便于脱模。

模板面板的选用主要由经济性以及混凝土表面的终饰要求所决定。现代模板工程中，模板面板主要有钢模板、胶合板模板、塑料和玻璃钢模板、预制混凝土薄板、压型钢板、装饰混凝土模板，以及透水模板与网状模板等。

第一节 组 合 钢 模 板

40年代末，日籍美国人发明组合钢模板。1979年初，冶金部有关部门结合中国实际情况，参考了国外资料，研究和试制成功了组合钢模板，并在上海宝钢等工程中大面积使用。我国木材资源缺乏，“以钢代木”，组合钢模板迅速得到了大力推广应用。自1981年至1992年，钢模板规格品种从21种增加到125种；钢模板的年生产能力从400万 m^2 增加到800万 m^2 ；钢模板拥有量从340万 m^2 上升到3500万 m^2 ，组合钢模板已成为我国模板工程中的主导模板。

组合钢模板具有组装灵活、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，但也有一次性投资大，浇筑成型后的混凝土表面过于光滑，背肋钢板薄，刚度较差，易变形损坏等缺点。

一、钢模板与配件

组合钢模板由钢模板和配件两部分组成。

钢模板类型主要有平面模板、阴角模板、阳角模板、联接角模等四种（图1-1）。钢模板用厚度为2.3、2.5mm Q235钢的钢板冷轧冲压成槽板后，组装焊接成型。

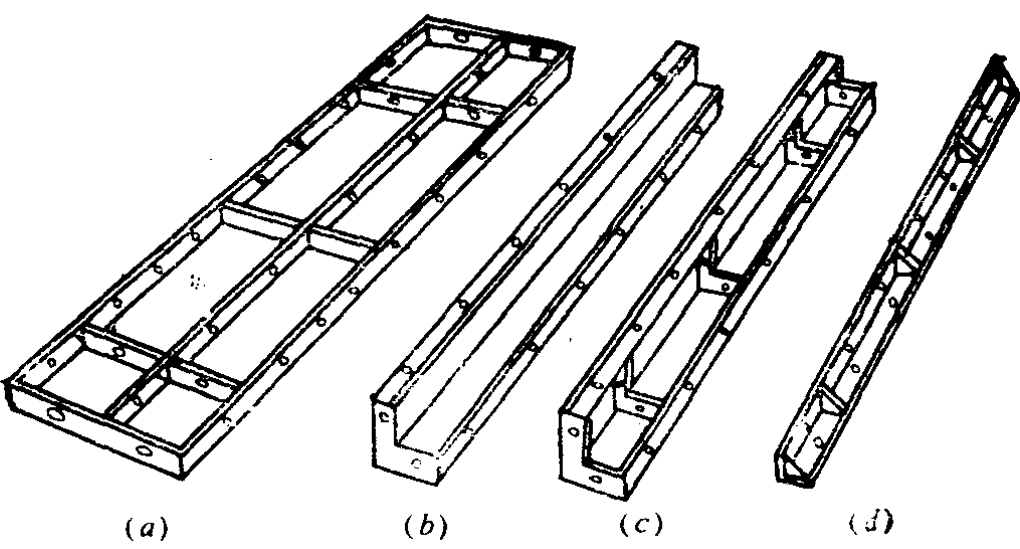


图 1-1 钢模板类型

(a) 平面模板；(b) 阳角模板；(c) 阴角模板；(d) 联接角模

由于我国建筑结构截面尺寸都采用50mm进级,而房屋开间、进深及层高一般采用300mm进位,因此,我国钢模板的宽度以100mm为基数,按50mm进级;长度以450mm为基数,按150mm进级;边肋孔距长向为150mm,短向为75mm,可以横、竖拼接,组拼成以50mm进级的任何尺寸模板。钢模板的主要规格见表1-1。

钢模板规格 (mm) 表 1-1

名 称	宽 度	长 度	肋 高
平面模板	300、250、200、150、100	1500、1200、900 750、600、450	55
阴角模板	150×150、100×100		
阳角模板	100×100、50×50		
联接角模	50×50		

组合钢模板配件中，连接件主要有U形卡、L形插销、钩头螺栓、对拉螺栓、3形扣件以及碟形扣件等（图1-2）。

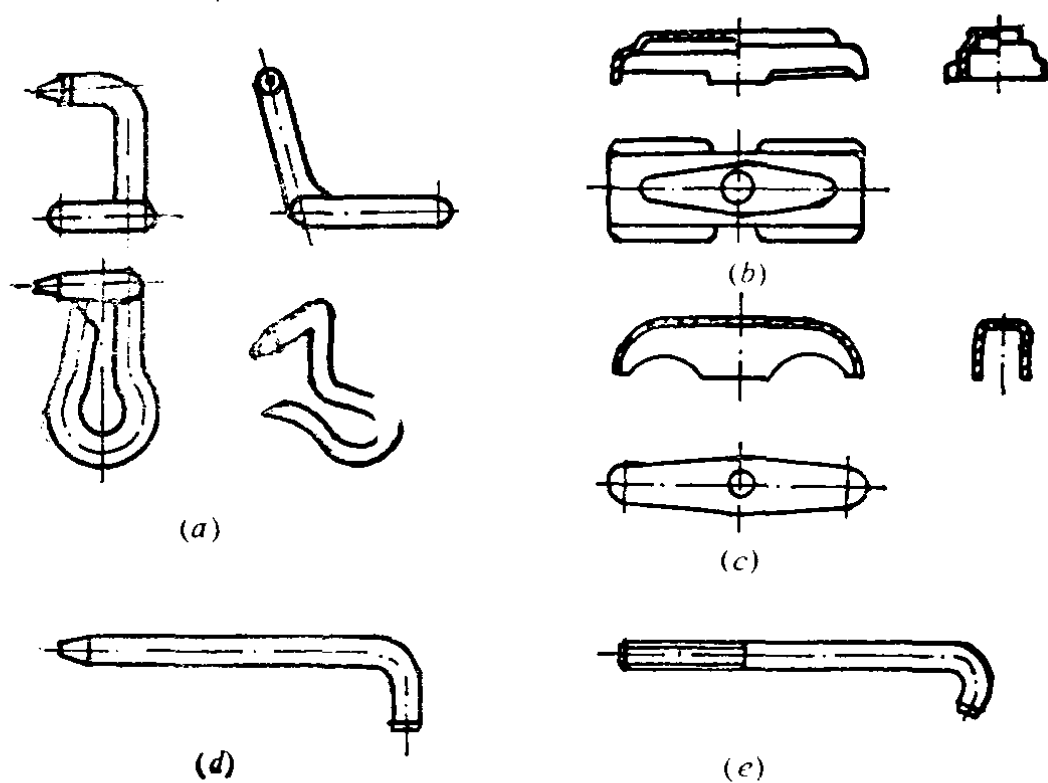


图 1-2 组合钢模板主要连接件

(a) U形卡；(b) 碟形扣件；(c) 3形扣件；(d) L形插销；
(e) 钩头螺栓

二、安装与使用

钢模板用U形卡拼接，将相邻模板的边肋锁住夹紧。同一条拼缝上的U形卡不宜向同一方向卡紧，其安装间距不大于300mm，可每隔一孔插一个。当两块钢模板端肋相联接时，可在端肋的孔内插入L形插销，以增强模板长向连续的纵向接缝刚度。

用钢模板拼接大块模板时，除了用U形卡及L形插销外，为加强拼装板块的整体刚度，在钢模板的外侧再用钢楞（圆形钢管、矩形钢管、内卷边槽钢等）加固。钢楞与钢模板之间用3形扣件、碟形扣件、钩头螺栓等连接（图1-3）。

组合钢模板宜用于施工形状规则的各种混凝土结构。为尽可能提早拆模，加快模板的周转使用，组合钢模板用于施工柱、墙

等竖向构件，可取得更明显的经济效益。

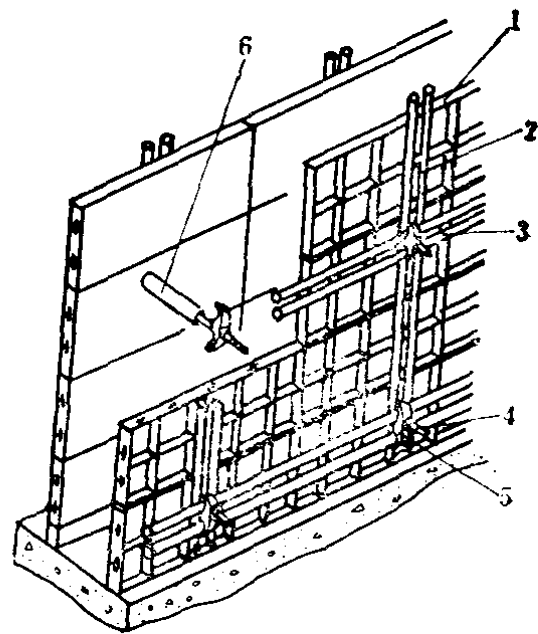


图 1-3 钢模板拼接大块模板

1—钢模板；2—内钢楞；3—外钢楞；4—对拉螺栓；
5—3形扣件；6—套管

第二节 胶 合 板 模 板

混凝土模板用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。

胶合板用作为混凝土模板具有以下优点：

- （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）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。

国际上，胶合板模板用量很大，为主要面板材料。如日本自1962年开始使用胶合板作为混凝土模板，当时占胶合板生产量的1.8%。到1988年，混凝土模板用的胶合板已占胶合板生产量的22.8%。

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。因胶合板面积大，组装成简易小台模后，装拆模板速度快，又便于锯割成各种形状，加快了主体结构施工进度，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。

一、木胶合板模板

木胶合板从材种分类可分为软木胶合板（材种为马尾松、黄花松、落叶松、红松等）及硬木胶合板（材种为椴木、桦木、水曲柳、黄杨木、泡桐木等）。从耐水性能划分，胶合板分为四类：

I类胶合板——即具有高耐水性的胶合板，此类胶合板耐沸水性良好，所用的胶粘剂是酚醛树脂胶粘剂（PF），主要在室外使用；

II类胶合板——即耐水防潮胶合板，此类胶合板所用的胶粘剂是三聚氰胺改性脲醛树脂胶粘剂（MUF），可用在高潮湿条件下，但不能在室外长期使用；

III类胶合板——即防潮胶合板，此类胶合板所用的胶粘剂是脲醛树脂胶粘剂（UF），主要用于室内；

IV类胶合板——即不耐水、不耐潮湿胶合板，此类胶合板常用血粉或豆粉粘合，近年来已基本停止生产。

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. 构造和尺寸

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（图1-4），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。

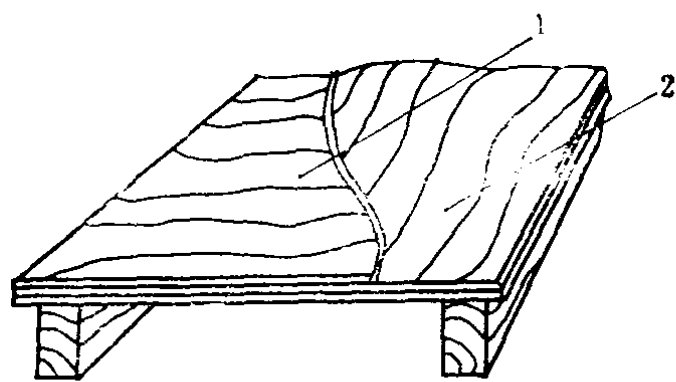


图 1-4 木胶合板纹理方向与使用
1—表板；2—芯板

模板用木胶合板的幅面尺寸，各个国家都有各自的规定。一般宽度为1200mm左右，长度为2400mm左右，厚约12~18mm。表1-2列出中国、美国、日本等国家生产的模板用木胶合板常用规格尺寸。

模板用木胶合板的规格尺寸 (mm) 表 1-2

国 别	厚 度	层 数	宽 度	长 度
中国	12.0	至少5层	915	1830
	15.0	至少7层	1220	1830
	18.0		915	2135
			1220	2440
美国	12.7	至少3层	1219	2438
	15.9, 19.1 22.2	至少5层		

续表

国别	厚度	层数	宽度	长度
日本	12.0、15.0	至少5层	500	2000
	18.0、21.0	面层单板厚	600	1800
	24.0	1.5~2.8mm	600	2400
		芯板厚4.0mm	900	1800
			1000	2000
			1200	2400

2. 胶合性能

模板用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。但是，此类胶粘剂的成本高，胶层颜色较深，胶液贮存期短，胶层内应力大，易产生老化龟裂等缺点。为此，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。

(1) 胶合强度试验

我国林业部标准《混凝土模板用胶合板》（ZBB70006—88）中规定，胶合强度试验按国家标准《胶合板 胶合强度的测定》（GB 9846.12—88）执行。

1) 试件取样

从供测试的胶合板上截取半张，按图1-5 (a) 规定截取三组试样，每组试样的试件配置如图1-5 (b)。截取试样和试件时应避开影响测试准确性的材质缺陷和加工缺陷。

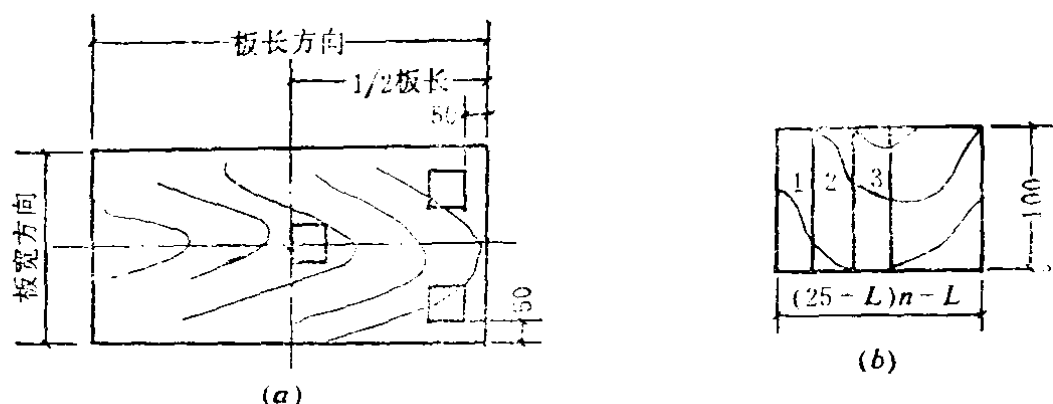


图 1-5 胶合板试件的锯割

(a) 试样在胶合板中分布；(b) 试件的配置 (L —锯路宽度, mm;
 n —试件片数)

2) 试件

胶合强度试件准备按图1-6规定的形状和尺寸锯割。凡表板厚度（胶压前的单板厚度）大于1mm的胶合板采用A型试件；表板厚度小于等于1mm的胶合板采用B型试件尺寸。

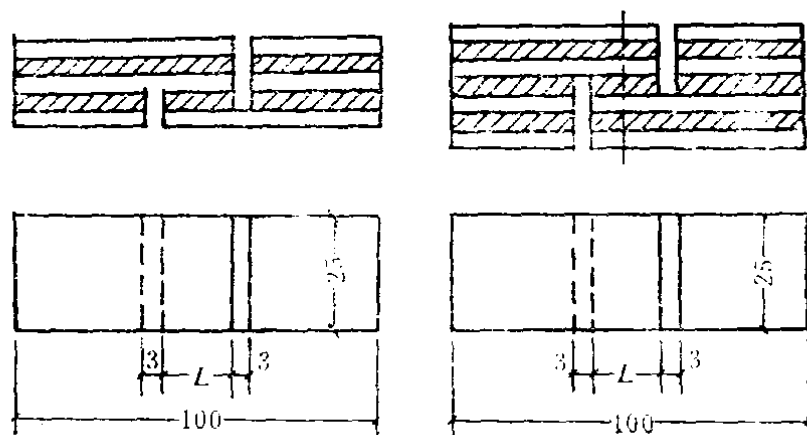


图 1-6 多层胶合板试件的形状和尺寸

A型试件: $L=20\text{mm}$; B型试件: $L=10\text{mm}$

混凝土模板用胶合板为多层胶合板。试件开槽时，槽口深度应锯过芯板到胶层为止，不得锯过该胶层。试件开槽要确保测试受载时，一半试件芯板的旋切裂隙受拉伸，而另一半试件芯板的旋切裂隙受压缩。试件的总数量应包括每个组的各个胶层，且测试最中间胶层的试件数量应不少于总数量的1/3。

3) 胶合强度测定

试件先作处理，即把试件放在沸水中煮4h，然后在 $63 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 的空气对流干燥箱中干燥20h，再在沸水中煮4h，取出后在室温下冷却10min。煮试件时应将试件全部浸入沸水中并加盖煮。试件也可作3h煮沸快速检验，但测得的胶合强度应乘以 0.9 系数，作为产品检验的胶合强度值。

将处理过的试件，把两端夹紧于拉力试验机（荷载读数精度为5N）的一对活动夹具中，使成一直线，试件中心应通过试验机活动夹具的轴线，夹持部位与试件槽口的距离应在 5mm 范围内。以等速对试件加荷至破坏，加荷速度为每分钟10MPa，测定最大破坏荷重。

试件的胶合强度按下式计算：

A型试件
$$X_A = \frac{P}{A \cdot B} \tag{1-1}$$

B型试件
$$X_B = \frac{P}{A \cdot B} \cdot 0.9 \tag{1-2}$$

式中 $X_A、X_B$ ——试件的胶合强度（N/mm²）；
 P ——最大的破坏荷重（N）；
 A ——试件剪断面的宽度（mm）；
 B ——试件剪断面的长度（mm）。

对厚芯结构胶合板试件的胶合强度，应将按式(1-1)或(1-2)计算的值乘以表1-3规定的系数作为试件的胶合强度值。

不同厚度比的胶合强度数值 表 1-3

芯板和表板的厚度之比	系 数
1.50~不足2.00	1.2
2.00~不足2.50	1.4
2.50以上	1.6

专业标准ZBB70006—88中，对混凝土模板用木胶合板的胶