

深 圳 市 工 程 建 设 标 准

SJG72—2020

建筑工程铝合金模板 技术应用规程

(Construction Project Aluminum Alloy
Formwork Technology Application
regulation)

2020-4-13发布

2020- 4-15实施

深圳市住房和建设局发布

深圳市工程建设标准

建筑工程铝合金模板
技术应用规程

(Construction Project Aluminum Alloy Formwork Technology
Application regulation)

SJG 72—2020

2020 深圳

前　　言

本规程是根据深圳市住房和建设局《深圳市装配式建筑发展规划（2018—2020）》有关要求，本规程由深圳市建筑产业化协会会同有关单位经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考整理国内外相关规范、论文及试验结果，并在广泛征求意见的基础上制定完成。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 材料与零部件；4. 设计；5. 制作与运输；6. 安装与拆除；7. 检查与验收；8. 保养与维修；9. 回收与报废，以及有关的附录。

本规程由深圳市住房和建设局提出并业务归口，深圳市住房和建设局批准发布。深圳市建筑产业化协会负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送至深圳市建筑产业化协会《深圳市建筑工程铝合金模板技术应用规程》编制组（地址：深圳市福田区红荔西路莲花大厦东座 608 室，邮编：518000；电子邮箱：BIAS2016@126.com），以供今后修订时参考。

本规程主编单位：深圳市建筑产业化协会

深圳汇林达科技有限公司

深圳市广胜达建设有限公司

本规程参编单位：华阳国际工程设计股份有限公司

筑博设计股份有限公司

深圳市邦迪工程顾问有限公司

有利华建筑产业化科技(深圳)有限公司

深圳市现代营造科技有限公司

深圳市万科房地产有限公司

深圳市鹏城建筑集团有限公司

广西广投同力德科技有限公司

本规程主要起草人员：陆荣秀 王成义 范昌斌 邓文敏 覃 轲

林俊天 许 丰 赵晓龙 付灿华 唐 勇

易新亮 朱清平 陈少波 谷明旺 王茂伟

陈立民 杨 波 张瑞金 江国智 刘燕明

本规程主要审查人员：令狐延 唐增洪 顾 磊 欧阳蓉 刘 俊

刘 培 钟志强

本规程业务归口单位主要指导人员： 高尔剑 王宝玉 戴运祥 张 懿

目 次

1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 材料与零部件.....	4
3.1 铝合金材料.....	4
3.2 钢材.....	5
3.3 焊接材料.....	5
3.4 其它材料.....	5
3.5 零部件.....	5
3.6 产品标记.....	6
4 设计.....	8
4.1 一般规定.....	8
4.2 主体设计构造要求.....	9
4.3 荷载与变形.....	9
4.4 组合铝合金模板设计.....	10
4.5 铝合金模板工程设计.....	13
4.6 节点设计.....	26
5 制作与运输.....	29
5.1 一般规定.....	29
5.2 制作基本要求.....	29
5.3 材料管理.....	32
5.4 标识.....	32
5.5 包装.....	32
5.6 装车.....	33
5.7 运输.....	33
6 安装与拆除.....	34
6.1 一般规定.....	34
6.2 安装.....	34
6.3 拆除.....	36
6.4 安全措施.....	37

7 检查与验收	39
7.1 一般规定	39
7.2 材料检查与验收	39
7.3 模板检测与验收	39
7.4 零部件检查与验收	41
7.5 工厂拼装验收	42
7.6 现场拼装验收	43
8 保养与维修	46
8.1 保养与保管	46
8.2 维修	46
9 回收与报废	49
9.1 回收	49
9.2 报废	49
附录 A 荷载标准值	51
附录 B 常用构件规格及截面特征	52
附录 C 连续梁计算公式	53
附录 D 抽样方法	57
附录 E 模板荷载试验方法	58
附录 F 铝合金模板质量检验评定方法	58
附录 G 铝合金模板早拆审批表	60
附录 H 铝合金模板安装工程检验批质量验收记录表	61
附录 J 轴心受压构件的稳定系数	63
附录 K 建筑铝合金模板工程工厂拼装验收明细表	64
附录 L 建筑铝合金模板工序检查记录表	69
本规范用词说明	71
引用标准名录	72
附：条文说明	89

Contents

1	General Provisions.....	1
2	Terms And Symbols.....	2
2.1	Term.....	2
2.2	Symbol.....	3
3	Materials and Components.....	4
3.1	Aluminum Alloy Material.....	4
3.2	Steel.....	5
3.3	Welding Materials.....	5
3.4	Other Materials.....	5
3.5	Parts and Components.....	5
3.6	Product Marking.....	6
4	Design.....	8
4.1	General Provisions	8
4.2	Main body design and construction requirements.....	9
4.3	Load and Deformation.....	9
4.4	Composite Aluminum Alloy Template Design.....	10
4.5	Aluminium alloy formwork engineering.....	13
4.6	Node Design.....	26
5	Production and Transportation.....	29
5.1	General Provision.....	29
5.2	Basic Requirements for Production.....	29
5.3	Material Management.....	32
5.4	Identificatio.....	32
5.5	Packaging.....	32
5.6	Loading.....	33
5.7	Transport.....	33
6	Installation and Demolition.....	34
6.1	General Provisions.....	34
6.2	Installation.....	34
6.3	Demolition.....	36
6.4	Security Measures.....	37

7 Inspection and Acceptance	39
7.1 General Provisions.....	39
7.2 Material Inspection and Acceptance.....	39
7.3 Template Detection and Acceptance.....	39
7.4 Parts Inspection and Acceptance.....	41
7.5 Factory Assembling Acceptance.....	42
7.6 Inspection and acceptance of on-site assembly.....	43
8 Maintenance and Maintenance.....	46
8.1 Maintenance and custody.....	46
8.2 Maintenance.....	46
9 Recycling and Scrapping.....	49
9.1 Recovery.....	49
9.2 Scrapping.....	49
Appendix A Standard Load Value.....	51
Appendix B Specification and Section Characteristics of Common Components.....	52
Appendix C Continuous Beam Formula.....	53
Appendix D Sampling Method.....	57
Appendix E Formwork Load Test Method.....	58
Appendix F Aluminum Alloy Template Quality Inspection and Evaluation Method.....	58
Appendix G Examination and Approval Form for Early Dismantling of Aluminum Alloy Template.....	60
Appendix H Aluminum Alloy Template Installation Engineering Inspection Batch Quality Acceptance Record Table.....	61
Appendix J Stability factor of axially compressed members.....	63
Appendix K Detailed List of Assembling Acceptance of Aluminum Alloy Formwork Works for Buildings.....	64
Appendix L Checklist of Aluminum Alloy Formwork Procedure for Building.....	69
Notes on the wording of this specification.....	71
Citation Standard List.....	72
Annex: Notes to Provisions.....	89

1 总 则

1.0.1 为在工程建设中贯彻执行国家和地方技术经济政策，加强和规范组合铝合金模板的技术应用，保证产品制作、使用质量和施工安全，做到技术先进、工艺合理、节约资源、保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于深圳市建筑工程的现浇混凝土结构中组合铝合金模板的设计、制作与运输、安装与拆除、检查与验收、保养与维修、回收与报废。

1.0.3 铝合金模板的模数应与现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 相协调。

1.0.4 铝合金模板设计应符合主体结构特点，主体结构设计也应考虑与组合铝合金模板的施工工艺相协调。

1.0.5 组合铝合金模板工程除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 铝合金模板 aluminum alloy formwork

由主型材及封边板（端肋）、加劲肋等焊接而成的承受混凝土荷载及施工荷载的承力板，其长度、宽度、孔距采用模数制设计。

2.1.2 主型材 main profiles

截面中含有面板和边肋的一体化铝合金挤压型材。

2.1.3 平面模板 flat formwork

用于混凝土结构平面处的模板，包括楼板模板、墙柱模板、梁模板、承接模板等。

2.1.4 转角模板 corner formwork

用于混凝土结构转角处的模板，包括阴角模板和阳角模板。

2.1.5 承接模板 kicker formwork

用于竖向施工分层浇筑处的衔接托板，俗称“K”板。

2.1.6 配套模板 supporting formwork

与楼面模板、墙柱模板、梁模板配套使用的模板。

2.1.7 龙骨 main beam

与板底早拆头相连接并承受混凝土及其它相关荷载的水平零部件。

2.1.8 销钉组 pin unit

相邻铝合金模板之间、铝合金模板与龙骨之间相连接的零部件。

2.1.9 工具式支撑 tool support bar

一种可伸缩调节、相互之间无水平杆连接的独立受力杆件。

2.1.10 背楞 waling

用于模板外侧，增强其整体刚度，防止模板变形的零部件。

2.1.11 对拉组件 tie unit

连接混凝土结构外侧模板并承受新浇混凝土侧压力的专用配件，分为对拉螺杆、拉片等形式。

2.1.12 压脚板 pressboard

用于墙、柱模板与楼地面接触部分为防止漏浆而采取的下脚模板。

2.1.13 组合铝合金模板 combination aluminum alloy formwork

由铝合金模板、支撑系统及零部件组成的模板体系。

2.2 符号

2.2.1 荷载、荷载作用效应

S ——承载能力极限状态下作用组合的基本效应设计值；

S_{Gik} ——第 i 个永久荷载标准值产生的效应值；

S_{Gjk} ——第 j 个可变荷载标准值产生的效应值；

q_{Gk} ——均布线荷载标准值；

F_s ——新浇混凝土作用于模板上的侧压力设计值、混凝土下料时作用于模板的侧压力设计值；

N_k ——对拉螺杆所受轴向荷载标准值；

P_L ——楼面模板传来的荷载设计值；

Q_{ek} ——施工活荷载标准值；

F ——支撑所承受的全部荷载设计值；

F_i ——第 i 层支撑分配到的荷载设计值。

2.2.2 计算指标：

E_a ——铝合金材料的弹性模量；

E_s ——钢材的弹性模量；

N_{EX} ——欧拉临界力值；

E_{ti} ——龄期 t 时第 i 层混凝土的弹性模量；

$f_{c,t}$ ——龄期 t 时混凝土的抗压强度；

f_{28} ——龄期 28 天时混凝土的抗压强度；

f_{min} ——龄期 28 天时混凝土板的抗弯、冲切、抗剪最低设计承载力；

G_a ——铝合金材料的剪变模量；

G_s ——钢材的剪变模量；

α_a ——铝合金材料的线膨胀系数；

α_s ——钢材的线膨胀系数；

ρ_a ——铝合金材料的质量密度；

ρ_s ——钢材的质量密度；

ν_a ——铝合金材料的泊松比；

- f_a ——铝合金材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;
 f_{va} ——铝合金材料的抗剪强度设计值;
 $f_{u,haz}$ ——铝合金材料焊件热影响区的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;
 $f_{v,haz}$ ——铝合金材料焊件热影响区的抗剪强度设计值;
 f_s ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;
 f_{vs} ——钢材的抗剪强度设计值;
 R ——结构构件的承载力设计值;
 α_{fG} ——按永久荷载标准值计算的构件变形值;
 $\alpha_{f, \lim}$ ——构件变形限值;
 σ ——抗弯强度计算值;
 τ ——抗剪强度计算值;
 a_{fG} ——按永久荷载标准值计算的构件挠度;
 $a_{f \lim}$ ——构件挠度限值;
 M_{\max} ——最不利弯矩设计值;
 M ——阴角模板单位长度的弯矩设计值、弯矩作用平面内偏心弯矩值;
 N_t^b ——对拉螺杆、对拉片轴向受拉承载力设计值;
 V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值;
 N ——对拉螺杆、对拉片的最大轴力设计值;
 N_L ——轴心压力设计值;
 f_t^b ——对拉螺杆、对拉片抗拉强度设计值;
 W_{1x} ——弯矩作用平面内较大受压的毛截面抵抗矩值;
 f_c^b ——插销孔处管壁端承压强度设计值;
 f_{et} ——早拆模板时混凝土轴心抗拉强度标准值。

2.2.3 几何参数:

- W_x ——主型材有效净截面绕弯曲轴的抵抗矩;
 I_x ——主型材有效净截面绕弯曲轴的惯性矩;
 W_s ——背楞净截面抵抗矩;
 I_s ——背楞的毛截面惯性矩;
 L ——模板计算跨度;

l——螺杆计算长度；
 S_0 ——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；
 t_w ——腹板厚度；
 d_s ——钢材厚度；
 h_a ——对拉螺栓或对拉片横向间距；
 h_b ——对拉螺栓或对拉片竖向间距；
 h ——楼板厚度；
 A_n ——对拉螺杆或对拉片或销钉的净截面面积；
 A ——钢管或轴心受压杆件的毛截面面积；
 A_c^b ——承压面积；
 a ——阴角模板的截面宽度；
 t ——阴角模板的截面厚度；
 L_{et} ——早拆模板支撑间距。

2.2.4 计算系数及其他：

γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_{Rd} ——结构构件的承力模型不定性系数；
 α ——模板及支撑系统的类型系数；
 φ_{cj} ——第 j 个可变荷载的组合值系数；
 φ ——弯矩作用平面内的轴心受压构件稳定系数；
 β_{mx} ——等效弯矩系数；
 β ——弯矩系数；
 ξ_e ——施工管理状态的不定性系数。

3 材料与零部件

3.1 铝合金材料

3.1.1 铝合金材料的牌号所对应的化学成分应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190 的相关规定。

3.1.2 铝合金型材应符合现行国家标准《一般工业用铝和铝合金挤压型材》GB/T 6892 的有关规定和要求。

3.1.3 铝合金模板与混凝土接触面硬度宜不小于 HW16，并宜采取防腐措施，防止混凝土与铝合金模板发生化学反应。

3.1.4 铝合金型材表面应清洁、无裂纹或腐蚀性斑点。表面的起皮、气泡、表面粗糙和局部机械损伤的深度不得超过所在部位壁厚公称尺寸的 8%。在混凝土接触面，所有缺陷的最大深度不得超过 0.20mm，总面积不得超过表面积的 2%。在非混凝土接触面，所有缺陷的最大深度不得超过 0.50mm，总面积不得超过型材表面积的 5%。型材上需加工的部位其表面缺陷深度不得超过加工余量。

3.1.5 铝合金材料的物理性能指标应按表 3.1.5 的采用。

表3.1.5 铝合金材料的物理性能指标

弹性模量 E_a (N/mm ²)	泊松比 ν_a	剪变模量 G_a (N/mm ²)	线膨胀系数 α_a (以每℃计)	质量密度 ρ_a (kg/m ³)
70000	0.3	27000	23×10^{-5}	2700

3.1.6 铝合金材料的强度设计值应按表 3.1.6 的采用。

表3.1.6 铝合金材料的强度设计值 (N/mm²)

铝合金材料			用于构件计算		用于焊接连接计算	
牌号	状态	厚度 (mm)	抗拉、抗压 和抗弯 f_a	抗剪 f_{va}	焊件热影响区抗拉、抗压和抗 弯 $f_{u,haz}$	焊件热影响区抗 剪 $f_{v,haz}$
6061	T6	所有	200	115	100	60
6082	T6	所有	230	120	100	60

3.2 钢材

3.2.1 组合铝合金模板中钢质构件的钢材应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。

3.2.2 钢材宜采用 Q235、Q355，背楞和钢质工具式支撑宜优先采用 Q355。

3.2.3 焊接钢管应符合现行国家标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 或《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 中规定的 Q235 普通钢管的要求。无缝钢管应符合现行国家标准《结构用无缝钢管》GB/T 8162 的规定。

3.2.4 钢管扣件应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB 15831 的规定。

3.2.5 钢管工具式支撑的调节螺母宜采用可锻铸铁或铸钢制造，其材料机械性能应符合现行国家标准《可锻铸铁件》GB/T 9440 中 KTH330-08 的规定及《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 中 ZG270-500 的规定。

3.2.6 钢材的物理性能指标应按表 3.2.6 采用。

表 3.2.6 钢材的物理性能指标

弹性模量 E_s (N/mm ²)	剪变模量 G_s (N/mm ²)	线膨胀系数 α_s (以每°C计)	质量密度 ρ_s (kg/m ³)
206000	79000	12×10^{-6}	7850

3.2.7 钢材的强度设计值应按表 3.2.7 采用。

表 3.2.7 钢材的强度设计值 (N/mm²)

钢材牌号	厚度 d_s (mm)	抗拉、抗压、抗弯 f_s	抗剪 f_{vs}
Q235	≤16	215	125
	>16, ≤40	205	120
	>40, ≤100	200	115
Q355	≤16	305	175
	>16, ≤40	295	170
	>40, ≤63	290	165
	>63, ≤80	280	160
	>80, ≤100	270	155

注：1、表中厚度是指计算点的钢材厚度；

2、对轴心受力构件是指截面中较厚板件的厚度。

3.3 焊接材料

3.3.1 铝焊丝应符合现行国家标准《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858 的规定, 宜选用 SAI5356 及 SAI4043 焊丝。焊接工艺宜采用钨极惰性气体保护电弧焊。

3.3.2 钢焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 或《热强钢焊条》GB/T 5118 中的规定。

3.4 其它材料

3.4.1 脱模剂宜采用水性脱模剂, 并符合现行行业标准《混凝土制品用脱模剂》JC/T 949 的规定。

3.4.2 对拉螺杆套管应符合现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB/T 10002.1 中非饮用水管的有关规定, 壁厚宜大于 2.00mm, 公称压力等级不宜小于 PN1.0。对拉螺杆端头胶杯应符合现行国家标准《给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材》GB10002.2 中的有关规定。

3.4.3 铝合金模板使用的除垢剂、隔离剂等材料的品种、规格、性能应符合相关标准及设计要求。

3.5 零部件

3.5.1 组合铝合金模板的零部件分类应根据不同用途, 按表 3.5.1 的规定确定。

表 3.5.1 零部件分类及用途

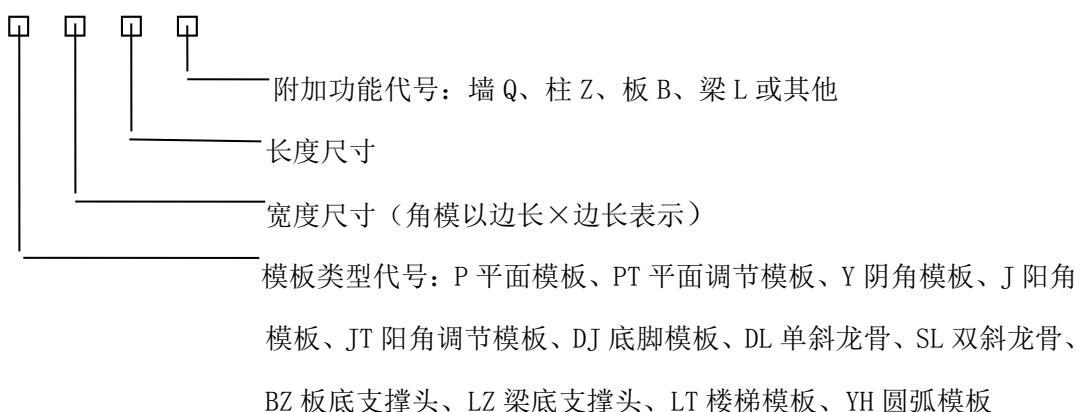
模板类别	模板名称		用途
铝合金模板	楼面模板		用于楼板底部
	墙柱模板	外墙柱模板	外墙、柱外侧模板, 与承接模板连接
		内墙柱模板	墙、柱内侧模板, 底部连有 40mm 高的底脚模板
		墙端模板	墙端部封口处模板, 两长边方向可带有 65mm 翼缘(也可不带), 底部连有 40mm 高的底脚模板
	梁模板	梁侧模板	用于梁侧
		梁底模板	用于梁底, 两长边方向可带 65mm 翼缘(也可不带)
	承接模板		承接上层外墙、柱侧及电梯井道内侧模板
	配套模板		与楼面、墙柱、梁模板配套使用的模板
	转角模板	楼面阴角模板	连接楼面、梁底模板与墙柱模板
		阴角转角模板	连接阴角转角处的楼面模板与梁侧、墙柱模板
		墙柱阴角模板	连接墙柱阴角转角处两侧墙柱模板
		阳角模板	连接阳角转角处的相邻模板

续表 3.5.1

模板类别	模板名称		模板类别
支撑系统	早拆装置	梁底早拆头	连接梁底模板, 支撑早拆梁
		板底早拆头	连接早拆铝梁, 支撑早拆板
		单头主梁	连接楼板端部的板底早拆头与楼面模板
		双头主梁	连接楼板跨中的板底早拆头与楼面模板
		快拆锁条	连接板底早拆头与早拆铝梁
	工具式支撑		竖向使用时, 用于支撑早拆头; 斜向使用时, 用于斜支撑
	背楞		支撑模板和加强其整体刚度
	柱箍		对角背楞, 用于增强柱模板刚度
配件	胶管		对拉螺杆与混凝土的隔离
	胶杯		胶管配件
	连接件	销钉	与销片配合使用, 用于模板之间的连接, 其中长销钉用于连接快拆锁条与早拆装置
		销片	与销钉配合使用, 用于楔紧销钉
		对拉螺杆	用于连接背楞并使内外模板保持其整体性
		对拉螺杆垫片、螺母	用于对拉螺杆紧固用的零件
		对拉片	用于连接模板与模板并使内外模板保持其整体性
		可拆锚栓	预埋于结构中并可拆卸的锚栓, 用于承接模板的固定
		可拆锚栓螺栓	用于紧固承接模板
	可拆锚栓螺栓垫片		可拆锚栓螺栓紧固用配件
	工具	专用撬棍	用于拆除模板

3.6 产品标记

3.6.1 铝合金模板产品标记由模板类型代号、宽度尺寸、长度尺寸、附加功能代号组成, 应按下列顺序排列:



3.6.2 标记示例:

- 1 平面模板, 公称宽度 400mm, 长度 1200mm, 用于板, 标记为: P400×1200B
- 2 双斜龙骨, 公称宽度 100mm, 长度 900mm, 标记为: SL100×900
- 3 阴角模板, 边长 100mm×150mm, 长度 1500mm, 标记为: Y100×150×1500
- 4 底脚模板, 边长 65mm×40mm, 长度 600mm, 标记为: DJ65×40×600

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 组合铝合金模板的结构设计应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，并应采用分项系数的设计表达式进行设计。

4.1.2 铝合金模板应按承载能力极限状态设计和正常使用极限状态进行验算。

4.1.3 荷载的标准值、荷载分项系数、荷载组合值系数等应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 有关规定取值。

4.1.4 铝合金模板应具有足够的承载力、刚度及稳定性。早拆体系设计时，保留的支撑杆间距应确保混凝土结构的安全及自身的承载力和稳定性要求。

4.1.5 组合铝合金模板的刚度应满足本规程要求，且满足现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 对混凝土表面平整度等施工质量的要求。

4.1.6 铝合金质构件设计应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定，其截面塑性发展系数应取 1.0。

4.1.7 主型材受压板件宜全截面有效，其宽厚比符合《铝合金结构设计规范》GB 50429 中规定的最大宽厚比限值。

4.1.8 钢质构件设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定，其截面塑性发展系数应取 1.0。

4.1.9 铝合金模板采用工具式支撑作为竖向支撑时，工具式支撑宜选用标准定型产品并满足承载力设计要求。采用其它支撑形式时，应符合相关规范的要求。

4.1.10 组合铝合金模板应采取有效措施确保整体稳定性。

4.1.11 组合铝合金模板结构分析中采用的计算假定和分析模型，应有理论、试验依据或经工程验证可行。

4.1.12 铝合金模板深化设计时，涉及结构细部构造、尺寸等调整，应经主体设计单位确认。

4.1.13 组合铝合金模板的工程设计宜采用三维可视化设计。

4.1.14 组合铝合金模板的工程设计应包含下列内容：

- 1 铝合金模板专项施工方案；

2 铝合金模板优化图纸;

3 铝合金模板配板图;

4 铝合金模板物料清单;

5 铝合金模板生产图纸。

4.2 主体设计构造要求

4.2.1 主体结构设计、预制结构设计应考虑与组合铝合金模板施工相协调。

4.2.2 建筑物的开间或柱距、进深或跨度，梁、板、隔墙和门窗洞口宽度等分部件的定位尺寸宜采用水平基本模数和水平扩大模数数列，宜按 50mm 模数设计。

4.2.3 梁、柱、墙的结构截面尺寸设计宜按 50mm 模数设计。

4.2.4 密闭空间的宽度不宜小于 400mm。

4.2.5 斜交构件阴角处宜设置封角构造，具体见图 4.2.5。

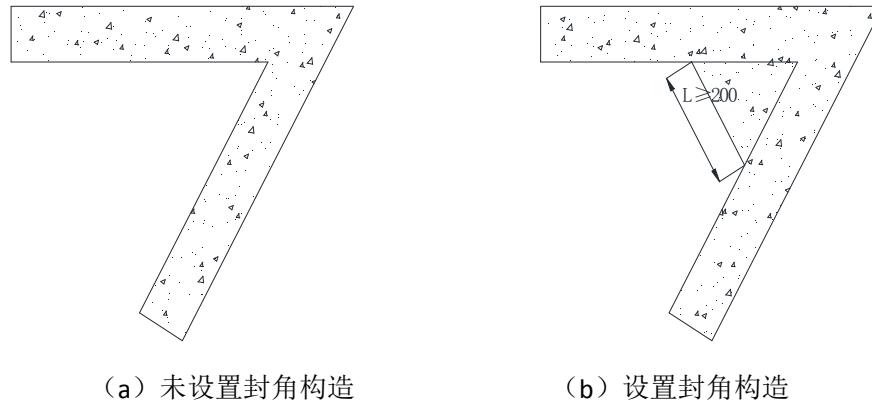


图 4.2.5 封角构造示意图

4.3 荷载与变形

4.3.1 荷载的标准值和设计值应符合下列要求：

1 铝合金模板及支撑系统和零部件自重 (G_1) 的标准值应根据设计图纸计算确定。

对常规组合铝合金模板体系，铝合金模板的平均自重标准值可取 $0.28\text{kN}/\text{m}^2$ ；

2 其它荷载的标准值可按本规程附录 A 选用。

4.3.2 组合铝合金模板承载力计算应符合《混凝土工程施工规范》GB50666 的相关规定。

4.3.3 承载力极限状态应采用荷载基本组合的效应设计值，可按下式计算：

$$S = 1.35\alpha \sum_{i=1}^m S_{Gik} + 1.4\varphi_{cj} \sum_{j=1}^n S_{Gjk} \quad (4.3.3)$$

式中： S_{Gik} ——第 i 个永久荷载标准值产生的效应值；

S_{Gjk} ——第 j 个可变荷载标准值产生的效应值；

α ——模板及支撑系统的类型系数：对侧面模板，取 0.9；对底面模板及支撑系统，取 1.0；

φ_{cj} ——第 j 个可变荷载的组合值系数，宜取 $\varphi_{cj} \geq 0.9$

4.3.4 承载力计算的各项荷载可按表 4.3.4 确定，并应采用最不利的荷载基本组合进行设计。参与组合的永久荷载应包括铝合金模板及支撑系统和零部件自重 (G_1)、新浇混凝土自重 (G_2)、钢筋自重 (G_3) 及新浇混凝土对模板的侧压力 (G_4) 等；参与组合的可变荷载宜包括施工人员及施工设备产生的荷载 (Q_1)、混凝土下料产生的水平荷载 (Q_2)、泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载 (Q_3) 及风荷载 (Q_4)。

表 4.3.4 参与组合铝合金模板承载力计算的各项荷载

计算内容		参与荷载项
模板	底面模板的承载力	$G_1 + G_2 + G_3 + Q_1$
	侧面模板的承载力	$G_4 + Q_2$
支撑系统	支撑系统水平杆及节点的承载力	$G_1 + G_2 + G_3 + Q_1$
	立杆的承载力	$G_1 + G_2 + G_3 + Q_1 + Q_4$
	支撑系统结构的整体稳定	$G_1 + G_2 + G_3 + Q_1 + Q_3 + Q_4$

注：表中的“+”仅表示各项荷载参与组合，而不表示代数相加。

4.3.5 风荷载 (Q_4) 的标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》(GB50009) 中的规定计算。

4.3.6 正常使用的极限状态应采用标准组合，变形验算应符合下列规定：

$$\alpha_{fG} \leq \alpha_{f,lim} \quad (4.3.6)$$

式中: α_{fG} ——按永久荷载标准值计算的构件变形值;

$\alpha_{f, \lim}$ ——构件变形限值, 按本规程第 4.3.7 条和 4.3.8 条的规定。

4.3.7 当验算组合铝合金模板的刚度时, 其最大变形限值应根据结构工程要求确定, 并宜符合下列规定:

1 对结构表面外露的模板, 其挠度限值宜取为模板构件计算跨度的 1/400, 单块模板变形限值不应超过 1.00mm, 面板允许变形不大于 1.50mm;

2 对结构表面隐蔽的模板, 其挠度限值宜取为模板构件计算跨度的 1/250, 且不大于 4.00mm。

4.3.8 支撑系统中的背楞、桁架的挠度计算值不得大于相应跨度(柱宽)的 1/1000, 且不大于 2.00mm。

4.4 组合铝合金模板设计

4.4.1 组合铝合金模板计算时应按构件的实际厚度计算。当有可靠工程经验时, 重复使用的组合铝合金模板承载力可通过调整承载力设计值调整系数 γ_R 进行计算。

4.4.2 铝合金模板的承载力和刚度计算时, 当主型材两纵边均与腹板相连且中间有加劲肋时, 加劲肋多于两个的, 可忽略中间部分加劲肋的有利作用, 按两个边部加劲肋的情况计算。

4.4.3 铝合金模板除满足设计和应用要求外, 应在主型材上设置加劲肋等构造措施控制板面变形。

4.4.4 计算背楞时应根据对拉螺杆或对拉片在模板上的分布和受力状况进行承载力计算。同时, 为计算背楞次挠度, 应计算对拉螺杆或拉片的变形。

4.4.5 铝合金模板的强度和变形, 可通过试验确定, 也可根据实际情况按连续梁、简支梁或悬臂梁计算, 验算跨中和悬臂端的最不利抗弯承载力和变形值, 并应符合下列规定:

1 铝合金模板的抗弯强度计算:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq f_a \quad (4.4.5-1)$$

式中: M_{\max} ——最不利弯矩设计值, 取均布荷载与集中荷载分别作用时计算结果的大值;

W_x ——主型材有效净截面绕弯曲轴的抵抗矩;

f_a ——铝合金的抗弯强度设计值，按表 3.1.6 采用。

2 铝合金模板的挠度计算：

1) 简支梁计算：

$$a_{fG} = \frac{5q_G L^4}{384E_a I_x} \leq a_{f,lim} \quad (4.4.5-2)$$

$$a_{fG} = \frac{5q_G L^4}{384E_a I_x} + \frac{PL^3}{48E_a I_x} \leq a_{f,lim} \quad (4.4.5-3)$$

式中： a_{fG} ——按恒荷载标准值计算的模板挠度；

q_{Gk} ——均布线荷载标准值；

P ——集中荷载标准值；

E_a ——铝合金的弹性模量，按表 3.1.5 采用；

I_x ——主型材有效净截面绕弯曲轴的惯性矩；

L ——模板计算跨度；

$a_{f,lim}$ ——模板挠度限值，应符合本规程第 4.3.6 条和 4.3.7 条的规定。

2) 连续梁应按本规程附录 C 计算。

4.4.6 背楞计算时可按连续梁、简支梁或悬臂梁计算，应验算最不利承载力与变形，并应符合下列规定：

1 抗弯强度计算：

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_s} \leq f_s \quad (4.4.6-1)$$

式中： M_{max} ——最不利弯矩设计值。应从均布荷载产生的弯矩设计值 M_1 、均布荷载与集

中荷载产生的弯矩设计值 M_2 两者中，选取计算结果较大者；

W_s ——背楞净截面抵抗矩，常用背楞截面抵抗矩可按本规程附录 B.1 选用；

f_s ——钢材的抗弯强度设计值，按表 3.2.7 采用。

2 抗剪强度计算：

$$\tau = \frac{VS_0}{I_s t_w} \leq f_{vs} \quad (4.4.6-2)$$

式中: V ——计算截面沿腹板平面作用的剪力设计值;

S_0 ——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩;

I_s ——背楞的毛截面惯性矩;

t_w ——腹板厚度;

f_{vs} ——钢材的抗剪强度设计值, 按表 3.2.7 采用。

3 背楞的挠度计算:

1) 简支梁计算:

$$a_{fG} = \frac{5q_G L^4}{384E_a I_x} \leq a_{f,lim} \quad (4.4.6-3)$$

$$a_{fG} = \frac{5q_G L^4}{384E_a I_x} + \frac{PL^3}{48E_a I_x} \leq a_{f,lim} \quad (4.4.6-4)$$

式中: a_{fG} ——按永久荷载标准值计算的构件挠度;

q_G ——均布线荷载标准值;

P ——集中荷载标准值;

E_a ——钢材的弹性模量, 按表 3.1.5 采用;

I_x ——背楞截面绕弯曲轴的惯性矩, 常用背楞截面惯性矩, 可按本规程附录 B 选用;

L ——计算跨度;

$\alpha_{f,lim}$ ——模板挠度极限值, 应符合本规程第 4.3.6 条和 4.3.7 条的规定。

2) 连续梁应按本规程附录 C 计算。

4.4.7 对拉螺杆计算应符合下列要求:

1 对拉螺杆承载力计算:

$$N = h_a h_b F_s \quad (4.4.7-1)$$

$$N_t^b = A_n f_t^b \quad (4.4.7-2)$$

$$N_t^b > N \quad (4.4.7-3)$$

式中： N ——对拉螺杆最大轴力设计值；

N_t^b ——对拉螺杆轴向受拉承载力设计值；

h_a ——对拉螺杆横向间距；

h_b ——对拉螺杆竖向间距；

F_s ——新浇混凝土作用于模板上的侧压力设计值、混凝土下料时作用于模板的侧压

力设计值； $F_s = 0.9 \times (1.35 \times G_4 + 1.4 \times Q_2)$ 式中， G_4 为新浇混凝土对模板的

侧压力的标准值， Q_2 为混凝土下料产生的水平荷载的标准值；

A_n ——对拉螺杆净截面面积；

f_t^b ——对拉螺杆的抗拉强度设计值，按表 4.4.7 规定选取。

表 4.4.7 C 级普通螺栓连接的强度设计值 (N/mm²)

类别	性能等级	构件钢材的牌号	
		Q235 钢	Q355 钢
抗拉	170	---	---
抗剪	140	---	---
承压	---	305	385

4.4.8 对拉片的承载力计算应符合下列要求：

$$N = h_a h_b F_s \quad (4.4.8-1)$$

$$N_t^b = A_n f_t^b \quad (4.4.8-2)$$

$$N_t^b > N \quad (4.4.8-3)$$

式中： N ——对拉片最大轴力设计值；

N_t^b ——对拉片轴向受拉承载力设计值；

h_a ——对拉片横向间距；

h_b ——对拉片竖向间距；

A_n ——对拉片净截面面积；

f_t^b ——对拉片的抗拉强度设计值，按表 3.2.7 采用。

4.4.9 楼面阴角模板的承载力验算可采用图 4.4.9 的计算简图，并应符合下列规定：

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_s} \leq f_a \quad (4.4.9-1)$$

$$M = P_L a \quad (4.4.9-2)$$

$$W_s = \frac{t^2}{6} \quad (4.4.9-3)$$

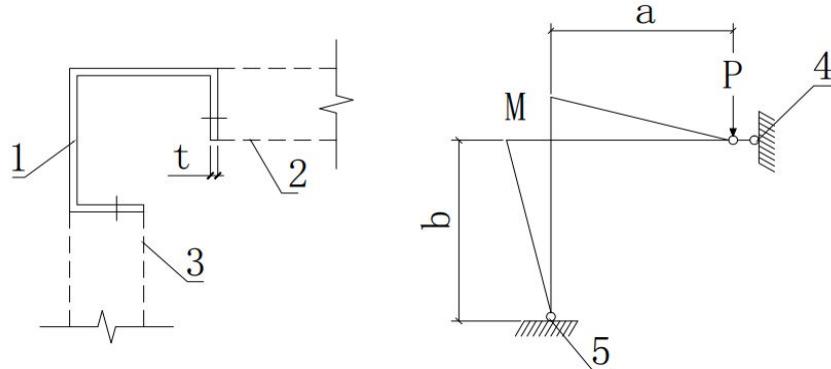
式中： M ——阴角模板单位长度的弯矩设计值；

P_L ——楼面模板传来的荷载设计值；

f_a ——铝合金抗弯强度设计值，当位于焊接热影响区时，取值按本规程表 3.1.6 采
用；

t ——阴角模板的截面厚度；

a ——阴角模板的截面宽度。



(a) 构造示意图

(b) 计算简图

图 4.4.9 楼面阴角模板计算简图

1—楼面阴角模板；2—楼面模板；3—墙柱模板；4—楼面模板充当支撑；5—墙柱模板充当支撑

4.4.10 铝合金模板之间采用销钉组连接，应按下式进行抗剪承载力计算：

$$\tau \leq A_n f_{vs} \quad (4.4.10)$$

式中： f_{vs} ——销钉的抗剪强度设计值，按表 3.2.7 规定；

A_n ——销钉的净截面面积；

τ ——销钉的抗剪强度计算值。

4.4.11 工具式支撑计算:

1 受压稳定性计算

1) 工具式支撑应考虑插管与套管之间因松动而产生的偏心（按偏半个钢管直径计算），按压弯杆件进行计算：

$$\frac{N_L}{\varphi A} + \frac{\beta_{mx} M}{W_{1x} \left(1 - \frac{0.8N}{N_{EX}}\right)} \leq f_s \quad (4.4.11-1)$$

式中： N_L —— 支撑杆的轴心压力设计值；

φ —— 弯矩作用平面内的轴心受压构件稳定系数，根据 $\lambda_x = \frac{\mu l_0}{i_2}$ 的值和钢材屈服强度 (f_y) 按本规程附录 J 选用，其中， $\mu = \sqrt{\frac{1+n}{2}}$ ， $n = \frac{I_{x2}}{I_{x1}}$ ， I_{x1} 为插管惯性矩， I_{x2} 为套管惯性矩， l_0 为钢支柱的计算长度，按两端铰接计算时 $l_0 = l$ ， l 为钢支柱的实际长度， i_2 为套管的回转半径；

A —— 钢管毛截面面积；

N —— 最大轴心压力设计值

β_{mx} —— 等效弯矩系数，可取 $\beta_{mx} = 1.0$ ；

M —— 弯矩作用平面内偏心弯矩值， $M = N \times d/2$ ， d 为钢管支柱外径；

W_{1x} —— 弯矩作用平面内较大受压的毛截面抵抗矩；

N_{EX} —— 欧拉临界力；

f_s —— 钢材抗压强度设计值，按表 3.2.7 采用。

2) 工具式支撑上下端之间，在插管与套管接头处，当设有钢管扣件式的纵横向水平支撑时，应取其最大步距按两端铰接轴心受压杆件计算。

轴心受压杆件应按下式计算：

$$\frac{N_L}{\varphi A} \leq f_s \quad (4.4.11-2)$$

式中： N_L —— 支撑杆的轴心压力设计值；

φ —— 轴心受压构件稳定系数（取截面两主轴稳定系数中的较小者），并根据构件

长细比和钢材屈服强度 (f_y) 按本规程附录 J 采用；

A —— 轴心受压杆件毛截面面积；

2 插销抗剪计算：

$$V \leq 2A_n f_{vs} \quad (4.4.11-3)$$

式中: f_{vs} ——插销的抗剪强度设计值, 按表 3.2.7 采用;

A_n —— 插销净截面面积

3 插销处钢管壁端面承压计算:

$$N \leq f_c^b A_c^b \quad (4.4.11-4)$$

式中: f_c^b ——插销孔处管壁端承压强度设计值, 按表 3.2.7 采用;

A_c^b ——两个插销孔处管壁承压面积, $A_c^b = 2dt$, d 为插销直径, t 为管壁厚度。

4.4.12 应用早拆模板技术时, 楼板范围内早拆模板支撑间距应符合下式规定:

$$L_{et} \leq 12.9h \sqrt{\frac{f_{et}}{\beta \xi_e (\gamma_c h + Q_{ek})}} \quad (4.4.12)$$

式中: L_{et} ——早拆模板支撑间距 (m);

h ——楼板厚度 (m);

f_{et} ——早拆模板时混凝土轴心抗拉强度标准值 (N/mm^2), 其对应的早拆龄期的同

条件养护混凝土试块立方体抗压强度 f'_{cu} ;

β ——弯矩系数: 对于单向板, 两端固定时取 1/12; 一端固定一端简支时取 9/128;

对于点支撑双向板取 0.196;

ξ_e ——施工管理状态的不定性系数, 取 1.2;

γ_c ——混凝土重力密度 (kN/m^3), 取 $25kN/m^3$;

Q_{ek} ——施工活荷载标准值 (kN/m^2)。

常用的早拆龄期同条件养护混凝土试块立方体抗压强度可参考有关规范或通过试验确定。

4.4.13 竖向支撑拆模时间可通过计算确定, 且应保留有不小于两层的支撑。对布置相同的标准层, 各层荷载分配可根据刚度分配原则计算。

第 i 层分配到的荷载可按下式计算:

$$F_i = F \frac{E_{ti}}{\sum_{j=1}^n E_{tj}} \quad (4.4.13)$$

式中： F_i —— 第 i 层支撑分配到的荷载设计值；

F —— 支撑所承受的全部荷载设计值；

E_{ti} —— 龄期 t 时第 i 层混凝土的弹性模量；

n —— 支撑的总层数。

混凝土的早拆强度和弹性模量可按现行有关规范或通过试验确定。

4.4.14 当验算组合铝合金模板在自重和风荷载作用下抗倾覆稳定性时，抗倾覆安全系数不应小于 1.15，必要时应采取辅助安全措施。

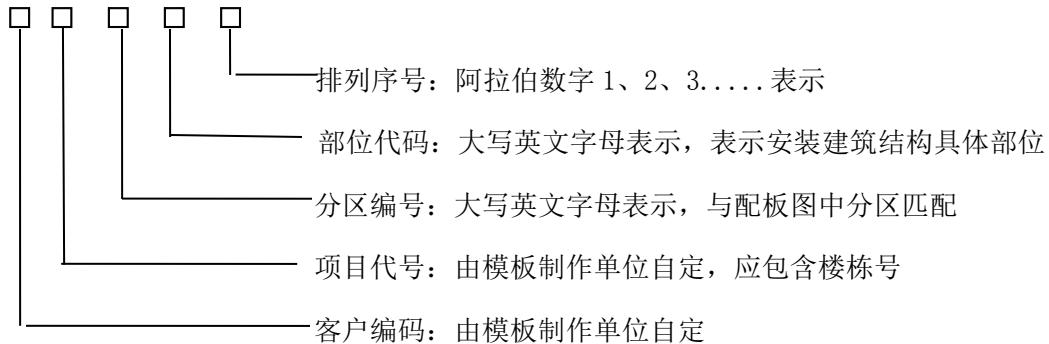
4.4.15 风力较大时，应验算风荷载对楼面模板产生的上浮力的影响，并采取临时施工措施，防止铝合金模板上浮，且工具式支撑应与楼面模板早拆构件、混凝土楼面可靠连接。

4.5 铝合金模板工程设计

4.5.1 组合铝合金模板工程配模应符合下列要求：

1 应根据配模面的形状、几何尺寸、轴线与标高以及支撑系统，绘制铝合金模板配模图以及支撑结构的布置图，并标明分段流水作业分区标识，有特殊构造时应加以标明；

2 应根据工程安装需求，输出模板安装编码图，模板的安装编码由客户编码、项目代号、分区编号、部位代号、排列序号组成，应按下列顺序排列：



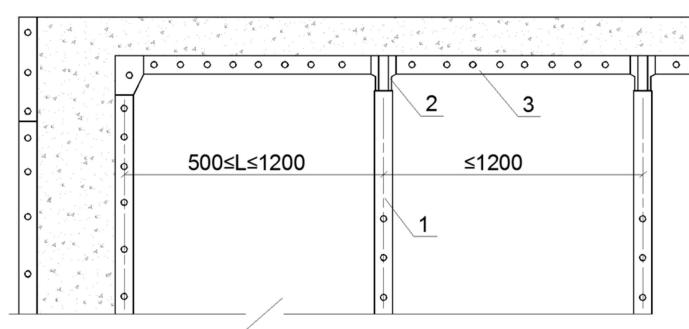
3 应根据工程特点选定一定长度和宽度规格的铝合金模板作为主板，其它规格作相应补充。内墙柱模板根据建筑层高、板厚、施工工艺等要求，宜采用全高布置；

4 铝合金模板采用模数制设计，宽度模数宜以 50mm 进级；长度模数宜以 150mm 进级，长度超过 900mm 时，宜以 300mm 进级；

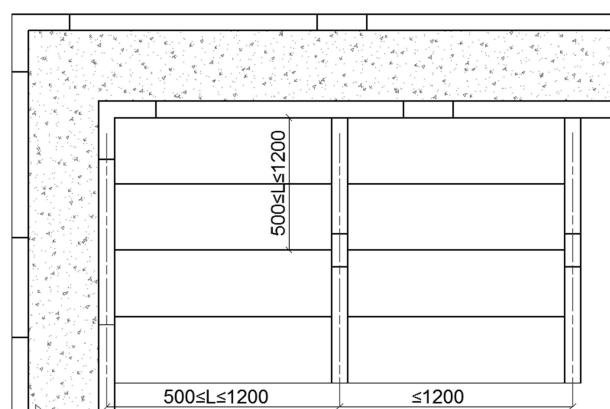
- 5 预埋件和预留孔洞的位置应在配模图中标明，并注明其固定方法；
- 6 设置对拉螺杆时，宜对钻孔位置进行统一排版设计。
- 7 各模板交接部位应采用连接简便、结构牢固的配套模板；
- 8 铝合金模板的拼缝应避开脚手架连墙件及悬挑梁；
- 9 铝合金模板的排列应与支撑系统的布置协调一致；
- 10 装配式混凝土结构中，预制构件的工具式支撑埋件距构件边不宜小于300mm。

4.5.2 支撑系统构造应符合下列要求：

- 1 工具式支撑宜采用钢质材料，钢质工具式支撑应符合下列要求：
 - 1) 内、外钢管应无裂纹、凹陷、锈蚀和弯曲；
 - 2) 铸钢件表面应光整，不得有砂眼、缩孔、裂纹、浇冒口残余等缺陷，表面粘砂应清除干净；
 - 3) 冲压件不得有毛刺、裂纹、氧化皮等缺陷；
 - 4) 管壁厚不得小于3.00mm，插管外径不宜小于48mm，套管外径不宜小于60mm，内、外管均不得使用焊接接长的钢管；
 - 5) 套管与插管重叠长度不得小于300mm；
 - 6) 套管长度应大于工具式支撑最大使用长度的1/2以上，插管外径与套管内径的间隙不宜大于2.00mm；支柱最大长度时的上端最大摆幅不宜大于25mm；
 - 7) 插销直径不宜小于14mm；
 - 8) 调节螺母高度不得小于40mm，与调节螺纹的旋合长度不得小于5扣丝；
 - 9) 调节螺管的壁厚不得小于4.00mm，螺纹长度不得小于150mm，螺距宜为6.00mm；
 - 10) 顶板、底板厚度不得小于6.00mm，底板尺寸不得小于120mm×120mm，当插管与早拆头直接插接时，插管上部应作加强处理；
 - 11) 焊缝应圆周焊满，设计无要求时焊缝高度不小于4.00mm，焊缝应饱满，不得存在表面气孔、夹渣、裂纹和电弧擦伤等缺陷。
- 2 板底工具式支撑的间距应符合设计要求，离墙柱构件的距离 $500\text{mm} \leq L \leq 1200\text{mm}$ ，相互间距不宜大于1200mm，详见图4.5.2-1；



(a) 立面示意图



(b) 平面示意图

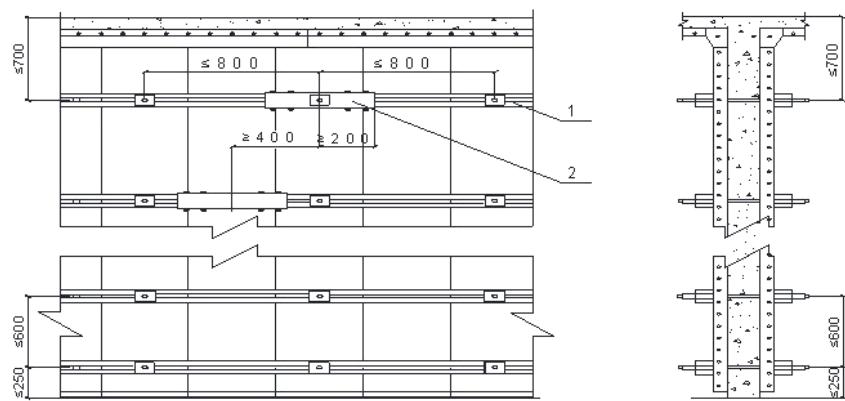
图 4.5.2-1 工具式支撑间距示意图

1-工具式支撑；2-板底早拆头；3-模板

3 工具式支撑承受模板传递的侧向荷载时，其荷载应可靠传递至已施工层结构楼板；

4 对拉螺杆体系的组合铝合金模板的背楞规格及其间距应根据荷载及铝合金模板的力学性能计算确定，并符合下列构造要求：

1) 最底部一道背楞距离地面不宜大于 250mm，内墙最上层一道背楞离板顶不宜大于 700mm；背楞竖向间距不宜大于 800mm；背楞宜取用整根杆件。背楞搭接时，上下道背楞接头宜错开设置，错开位置不宜少于 400mm，接头长度不应少于 200mm。当上下接头位置无法错开时，应采用具有足够承载力的连接件。见图 4.5.2-2；



(a) 正立面示意图

(b) 侧立面示意图

图 4.5.2-2 背楞布置示意图

1-背楞；2-背楞接头卡件

2) 背楞悬挑部分应按其端部挠度不大于跨中挠度控制，且悬挑长度不宜大于400mm；

3) 结构转角处的第一道对拉组件距阴角墙边距不宜大于300mm，见图 4.5.2-3。相邻转角结构尺寸小于 1.00m 时，背楞应作加强处理；

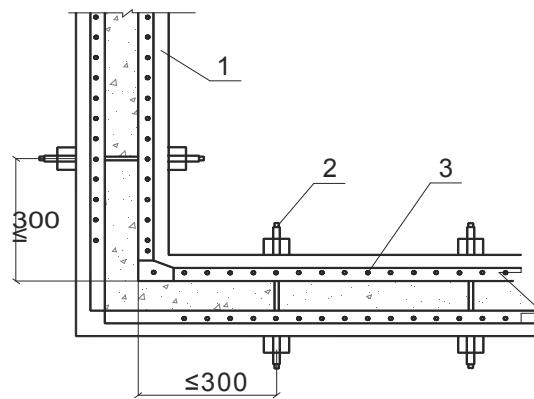


图 4.5.2-3a 转角背楞平面示意图

1-背楞；2-对拉组件；3-模板

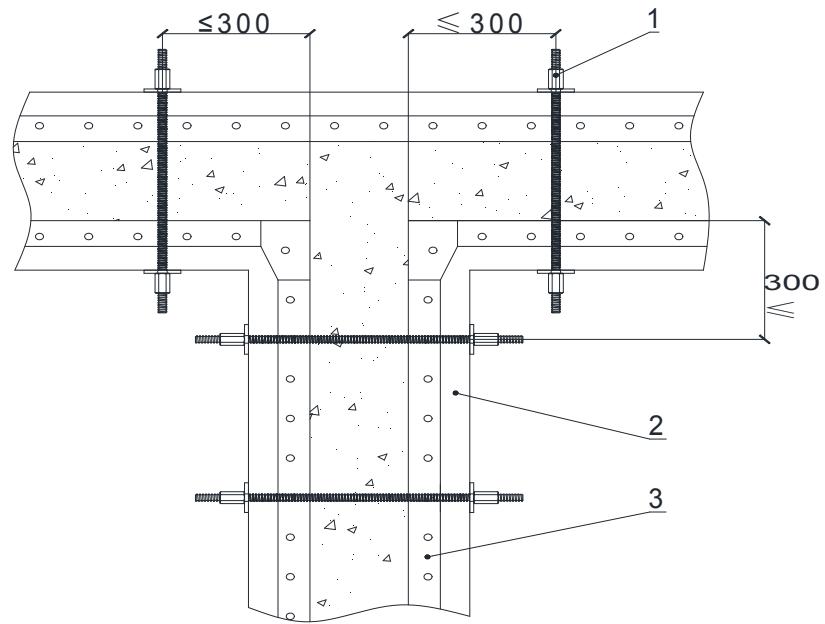


图 4.5.2-3b T 型墙柱处背楞平面示意图

1-对拉组件；2-背楞；3-模板

- 4) 当板下梁净高度大于 600mm 或梁侧模板沿高度方向拼接时，应在梁侧模板处设置背楞，最底部一道背楞距梁底不小于 150mm，见图 4.5.2-4；

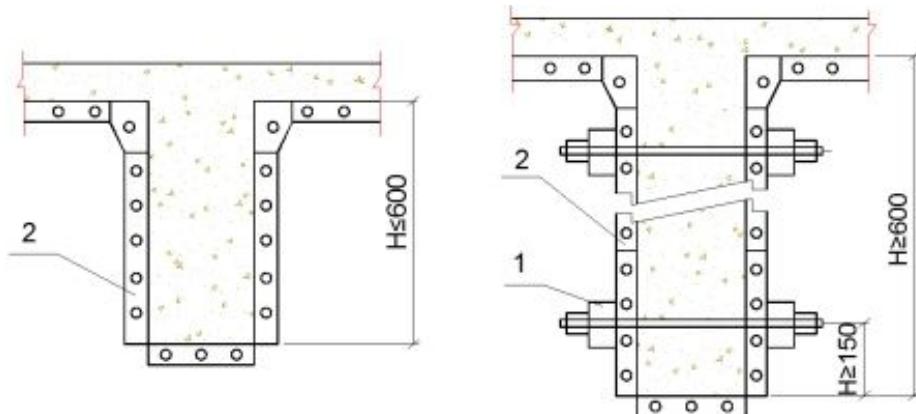


图 4.5.2-4 梁侧模板加固示意图

1-背楞；2-模板

- 5) 当梁侧面与墙、柱齐平时，梁背楞宜与墙、柱背楞连为一体；
- 5 拉片体系的组合铝合金模板的背楞规格及其间距应根据荷载及铝合金模板的力学性能计算确定，并符合下列构造要求：

- 1) 底部第一道背楞离底部距离不宜大于 200mm，最大间距不宜大于 600mm，见图 4.5.2-5。

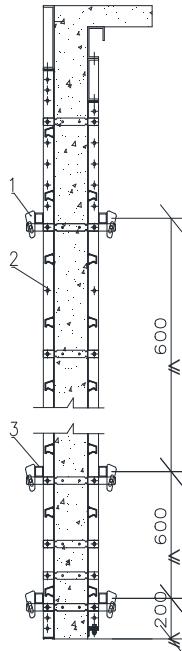


图 4.5.2-5 拉片体系墙体及模板配置及加固示意图

1-卡具 2-墙体模板 3-背楞

2) 钢质背楞所用方管不宜小于 $50 \times 50 \times 3.00\text{mm}$ 。

6 斜支撑间距不宜大于 2.00m ; 宽度大于 2.00m 的墙体或剪力墙短肢宜设置不少于两根斜支撑; 斜支撑示意图见图 4.5.2-6; 柱模板可采用柱箍作为背楞, 当柱截面尺寸不小于 800mm 时, 单边斜支撑不宜少于两根, 当柱截面尺寸小于 800mm 时, 单边可设置一根斜支撑, 详见图 4.5.2-7。

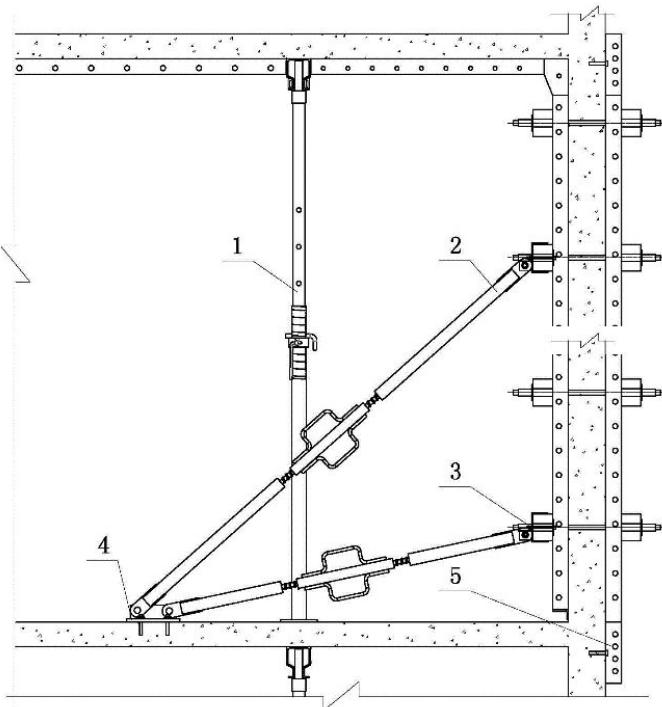
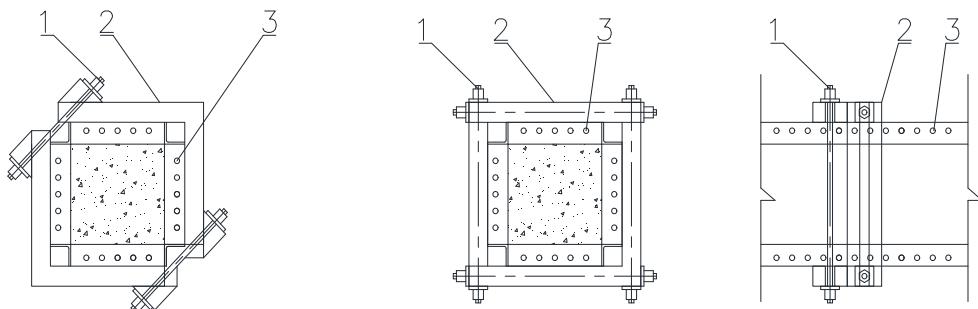


图 4.5.2-6 斜向工具式支撑示意图

1-工具式支撑；2-斜支撑；3-连接码；4-连接耳片；5-承接模板



(a) 构造示意图一

(b) 构造示意图二

图 4.5.2-7 柱模板背楞（柱箍）构造示意图

1-对拉螺杆；2-背楞（柱箍）；3-柱模板

4.5.3 模板连接处的销钉应锁紧，具体要求如下：

- 1 其抗剪承载力应取销钉抗剪承载力和铝合金模板孔壁承压承载力的较小值；
- 2 销钉间距不宜大于 300mm，模板顶端与转角模板或承接模板连接处、竖向模板拼接处，模板宽度大于 200mm 时，不宜少于 2 个销钉；宽度大于 400mm 时，不宜少于 3 个销钉；
- 3 梁与墙、柱节点连接处销钉间距不宜大于 100mm。

4.5.4 柱、梁、墙、板等部位的模板配置，应采用构造简单、拆卸方便的构造（图 4.5.4-1～图 4.5.4-13），并满足下列要求：

- 1 墙柱模板及墙柱阴角模板不宜在竖向拼接;
- 2 楼面阴角转角处宜采用整体式阴角转角模板;
- 3 梁侧模板间拼缝与楼面阴角模板间拼缝应相互错开;
- 4 用于承接模板的可拆卸锚栓组应便于与承接模板固定,且便于从主体结构中拆除;
- 5 楼梯模板及开洞、沉箱、悬挑等其它细部结构的模板应采取构造措施保证其承载力、刚度和稳定性;
- 6 工具式竖向支撑、工具式斜支撑下端应支撑在混凝土楼板上并采取措施防止支撑构件根部滑移。

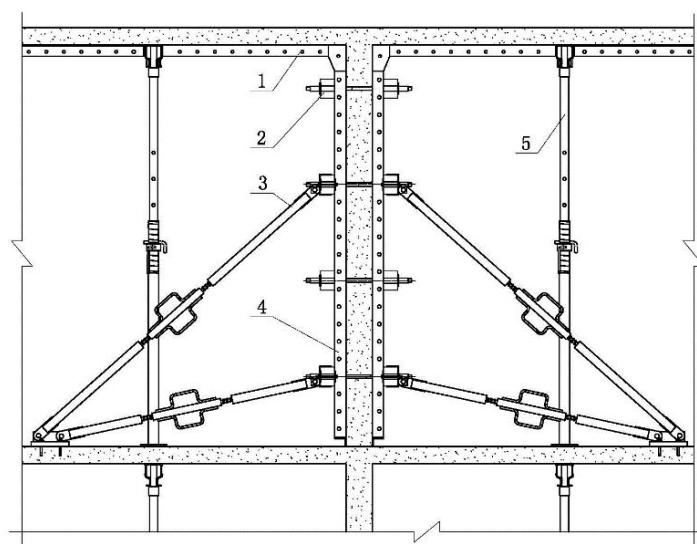
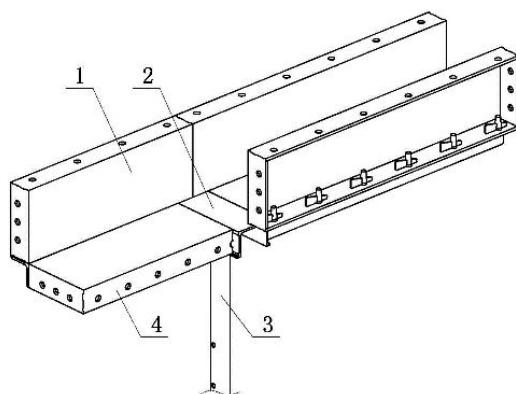


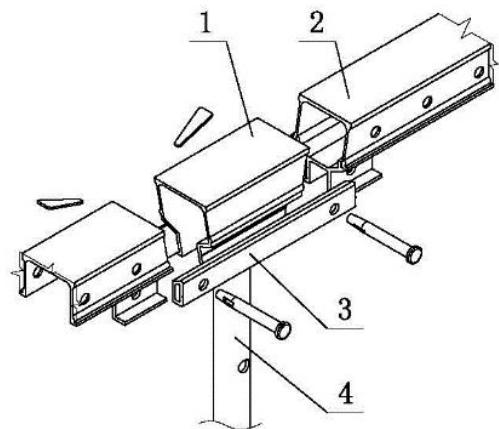
图 4.5.4-1 剪力墙模板示意图

1-楼面模板；2-背楞；3-斜支撑；4-侧面模板；5-工具式竖向支撑



(a) 梁模板早拆示意图

1-梁侧模板；2-梁底晚拆头；3-工具式支撑；4-梁底模板



(b) 楼面模板早拆示意图

1-板底晚拆头; 2-龙骨; 3-快拆锁条; 4-工具式支撑

图 4.5.4-2 支撑早拆示意图

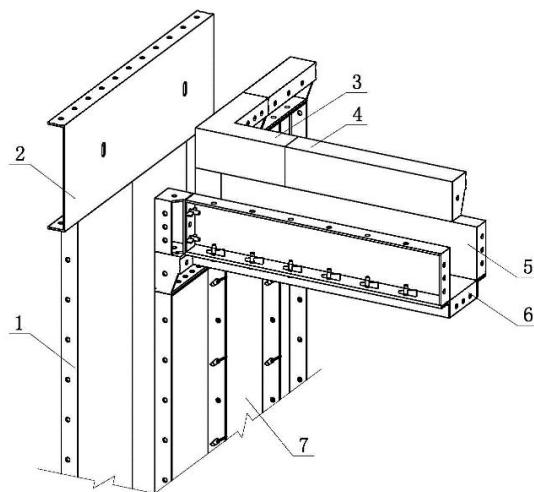
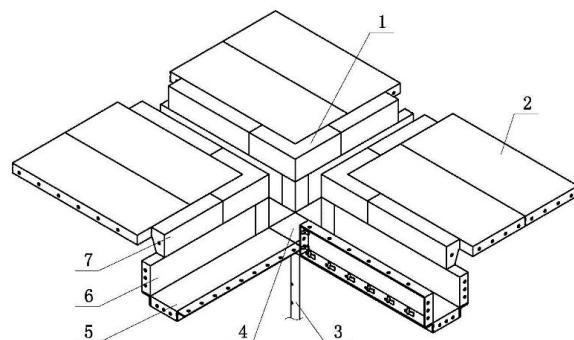


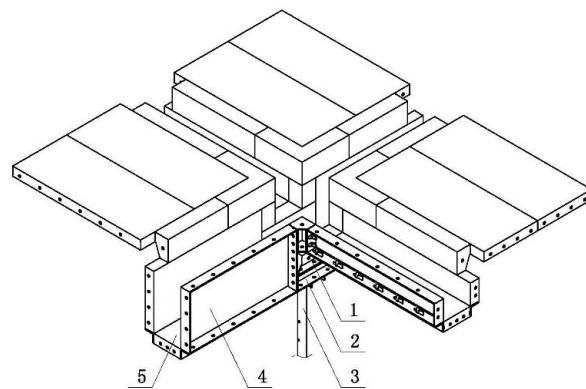
图 4.5.4-3 剪力墙与梁节点配模图

1-外墙柱模板; 2-承接模板; 3-阴角转角模板;
4-楼面阴角模板; 5-梁侧模板; 6-梁底模板; 7-内墙柱模板



(a) 主次梁配模示意图 (等高)

1-阴角转角模板; 2-楼面模板; 3-工具式支撑;
4-梁底晚拆头; 5-梁底模板; 6-梁侧模板; 7-楼面阴角模板



(b) 主次梁配模示意图（不等高）

1-楼面阴角模板；2-配套模板；3-工具式支撑；4-梁侧模板；5-梁底模板

图 4.5.4-4 主次梁模板配置示意图

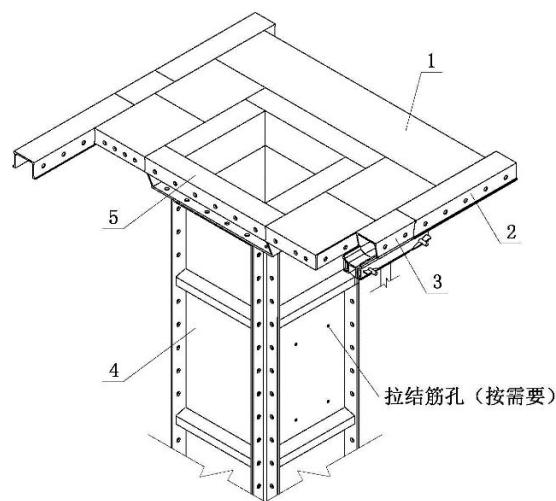
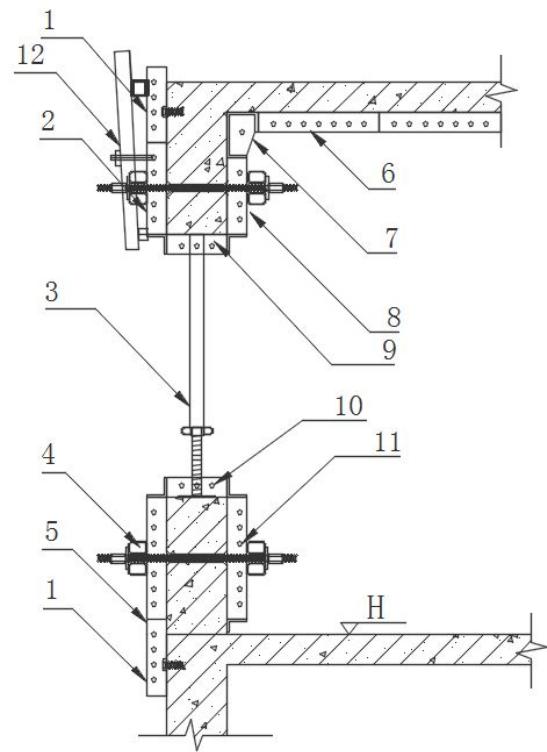


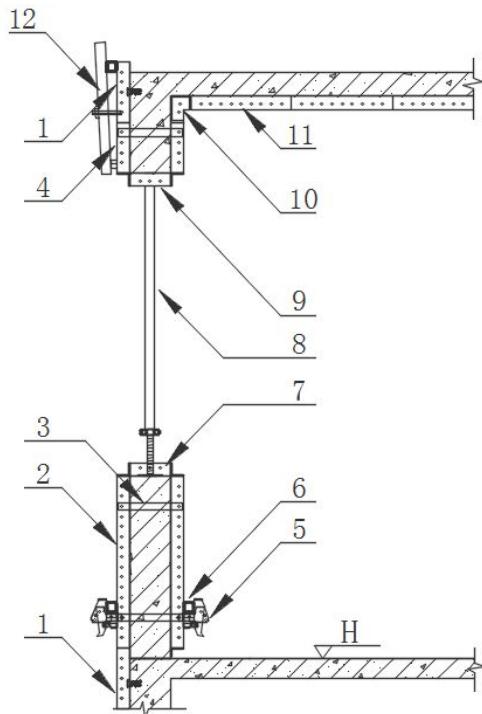
图 4.5.4-5 柱与楼板连接示意图

1-楼面模板；2-主梁；3-板底早拆头；4-墙柱模板；5-楼面阴角模



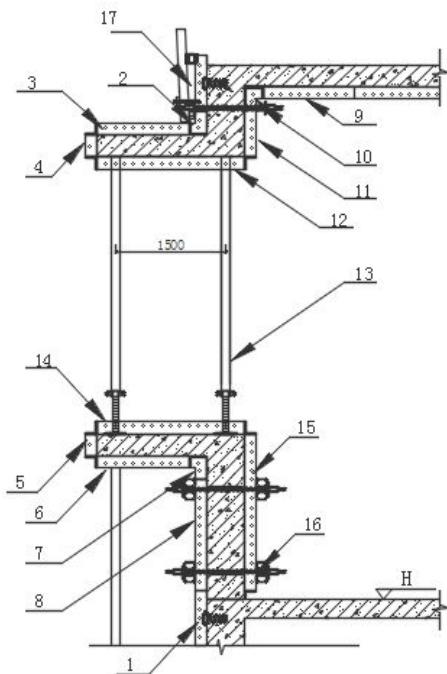
(a) 螺杆体系(无飘台)

1-承接模板; 2-外梁侧板; 3-工具式支撑; 4-背楞; 5-外墙模板; 6-楼面模板; 7-转角模板;
8-梁内侧板; 9-梁底模板; 10-窗台盖板; 11-内墙模板; 12-承接模板加固件



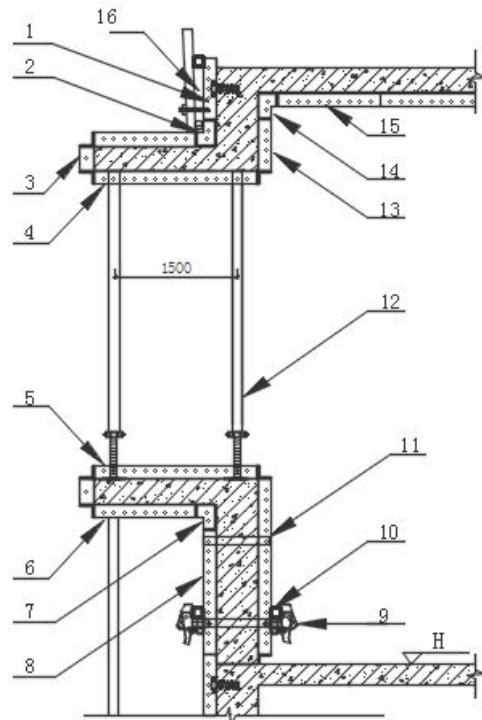
(b) 拉片体系(无飘台)

1-承接模板; 2-外墙模板; 3-拉片; 4-梁外侧板; 5-卡具; 6-背楞; 7-窗台盖板;
8-工具式支撑; 9-梁底模板; 10-转角模板; 11-楼面模板; 12-承接模板加固件



(c) 螺杆体系(带飘台)

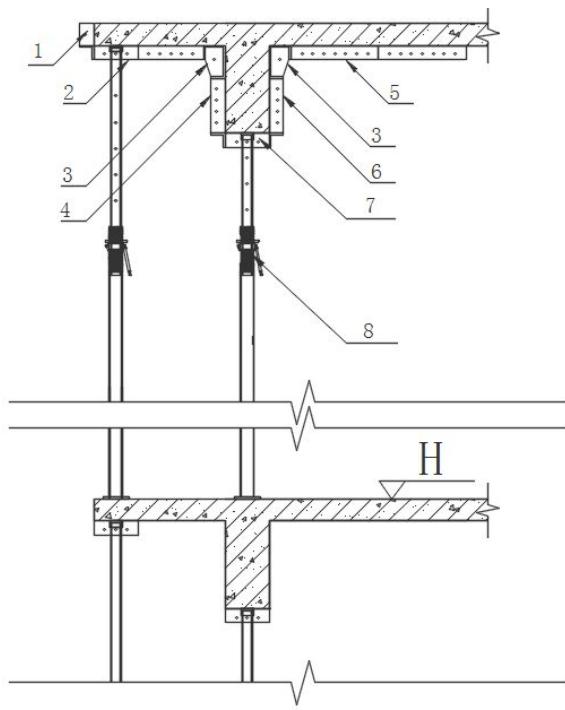
1-承接模板；2-上飘窗转角；3-上飘窗盖；4-上飘窗侧板；5-下飘窗侧板；6-下飘窗底板；
7-下飘窗阴角；8-外墙模板；9-楼面模板；10-转角模板；11-梁内侧板；12-上飘窗底板；
13-工具式支撑；14-下飘窗盖板；15-内墙模板；16-背楞；17-承接模板加固件



(d) 拉片体系(带飘台)

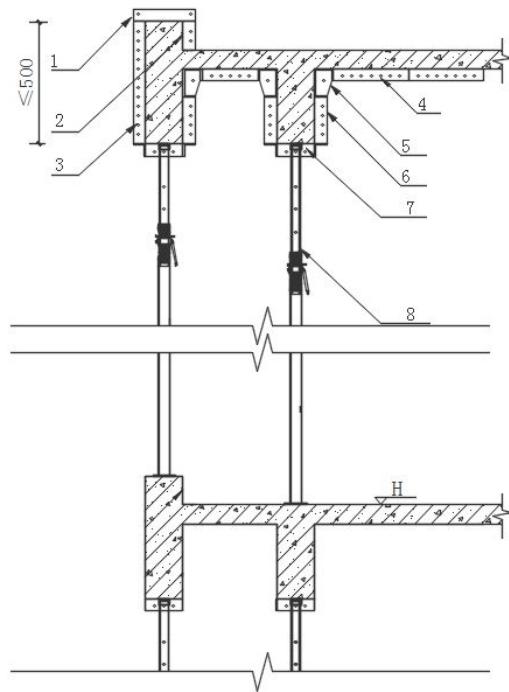
1-承接模板；2-上飘窗转角；3-上飘窗侧板；4-上飘窗底板；5-下飘窗盖板；6-下飘窗底板；
7-下飘窗阴角；8-外墙模板；9-楼面模板；10-背楞；11-拉片；12-工具式支撑；13-梁内侧板；
14-转角模板；15-楼面模板；16-承接模板加固件

图 4.5.4-6 窗洞口模板配置示意图



(a) 无反坎空调板

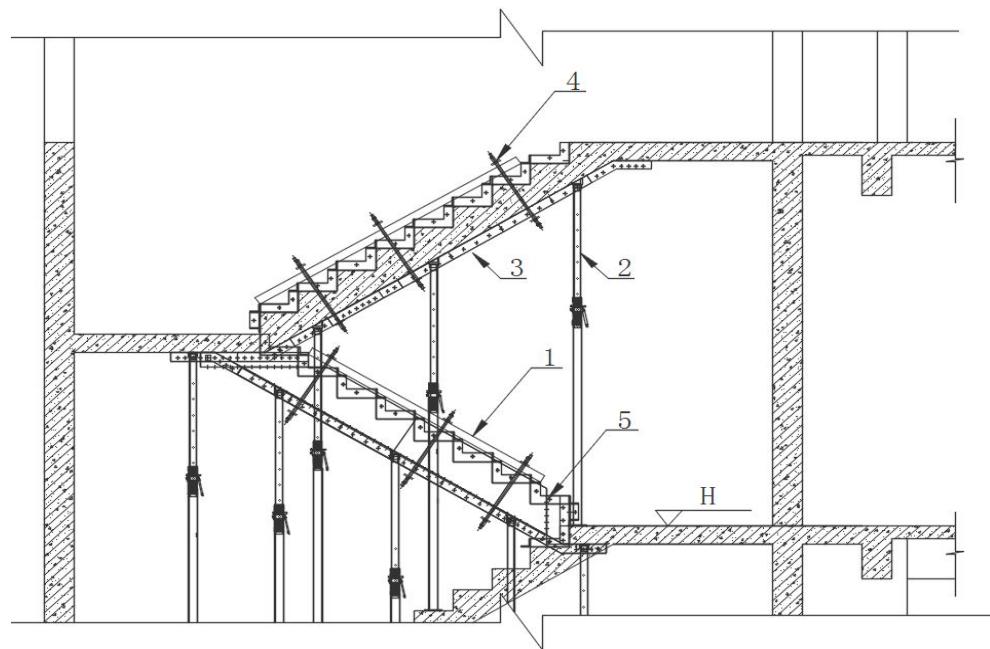
1-侧模板; 2-底板模板; 3-转角模板; 4-梁外侧模板; 5-楼面模板; 6-梁内侧模板;
7-梁底模板; 8-工具式支撑



(b) 有反坎空调板

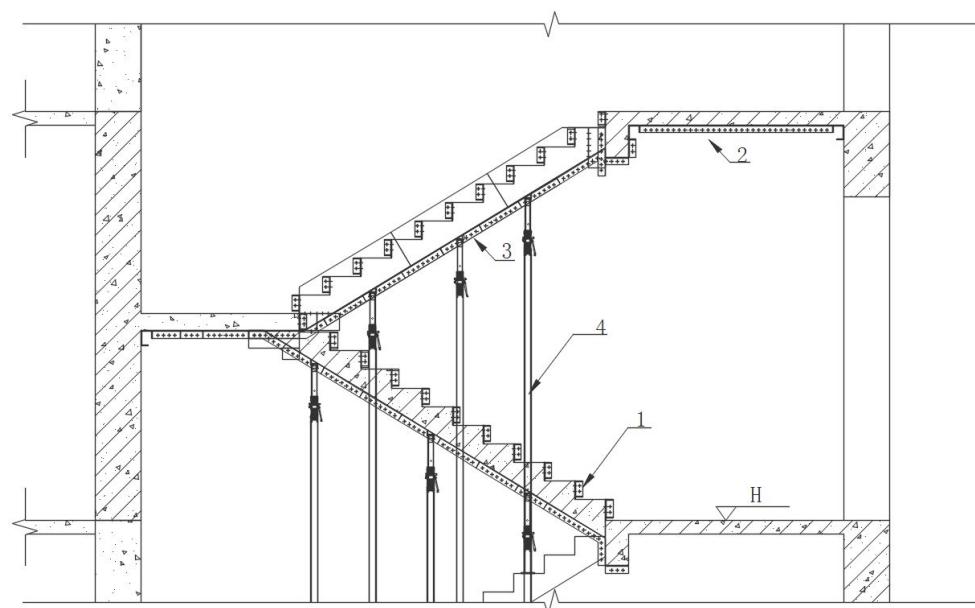
1-固定角铝; 2-梁反坎模板; 3-外梁侧模板; 4-楼面模板; 5-转角模板; 6-内梁侧模板;
7-梁底模板; 8-工具式支撑

图 4.5.4-7 空调板模板配置图



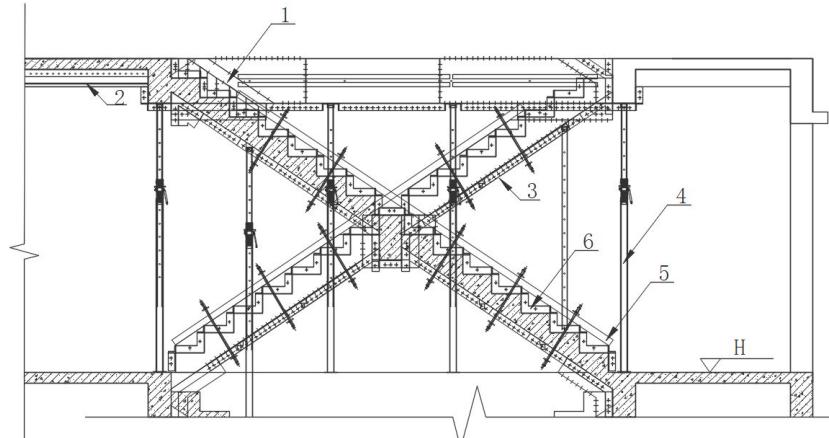
(a) 双跑封闭式楼梯

1-背楞；2-工具式支撑；3-楼段底板；4-对拉螺杆；5-盖板模板



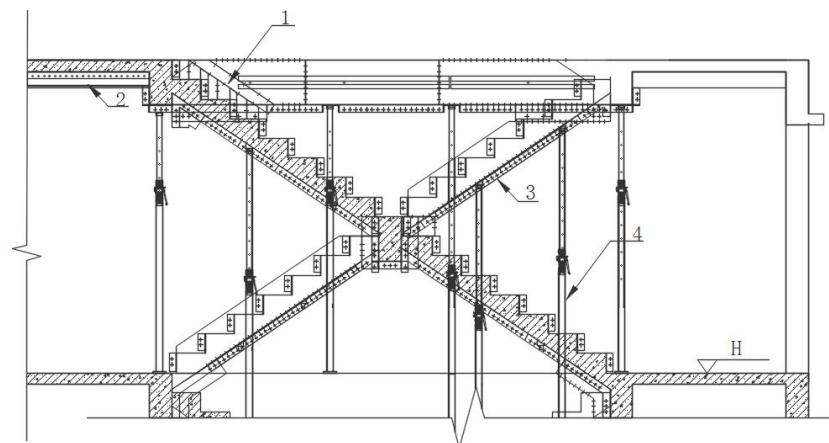
(b) 双跑敞开式楼梯

1-踏步模板 2-休息平台顶板模板 3-楼段底板 4-工具式支撑



(c) 单跑封闭式楼梯

1-踏步模板 2-休息平台转角模板与顶板模板 3-楼段底板 4-工具式支撑



(d) 单跑敞开式楼梯

1-踏步模板; 2-休息平台转角模板与顶板模板; 3-楼段底板; 4-工具式支撑;
5-背楞; 6-盖板模板

图 4.5.4-8 楼梯模板配置图

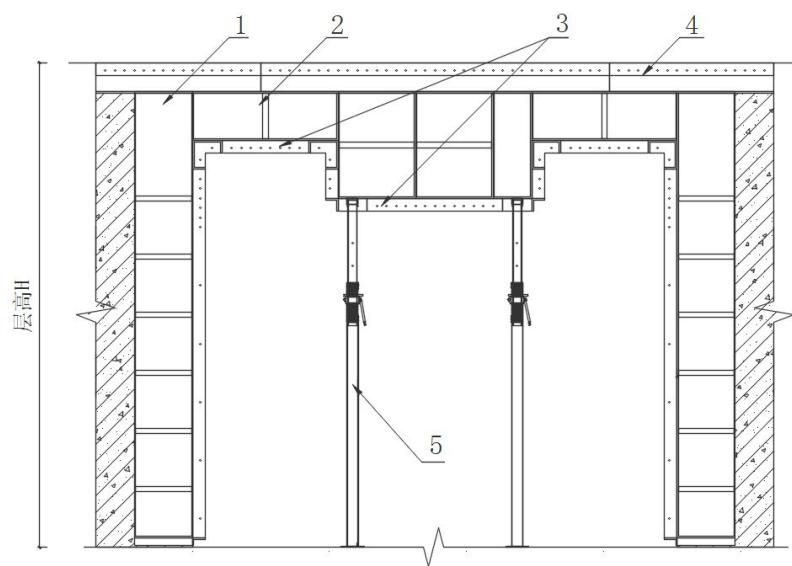


图 4.5.4-9 门过梁及墙梁顶板交接位置模板配置示意图

1-墙模板; 2-梁侧模板; 3-梁底模板; 4-楼面转角模板; 5-工具式支撑

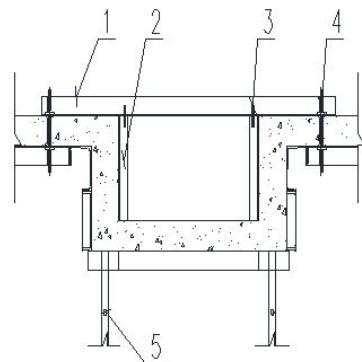


图 4.5.4-10 厨房及卫生间沉箱模板配置示意图

1-吊杆；2-沉箱模板；3-连接销钉；4-对拉螺杆；5-工具式支撑

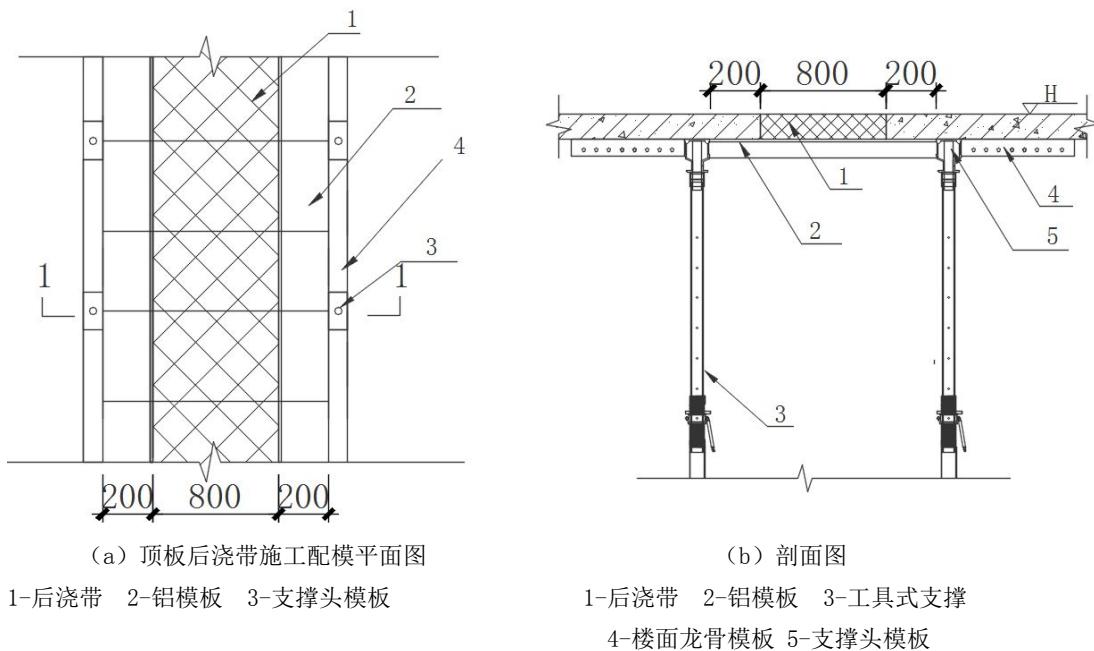
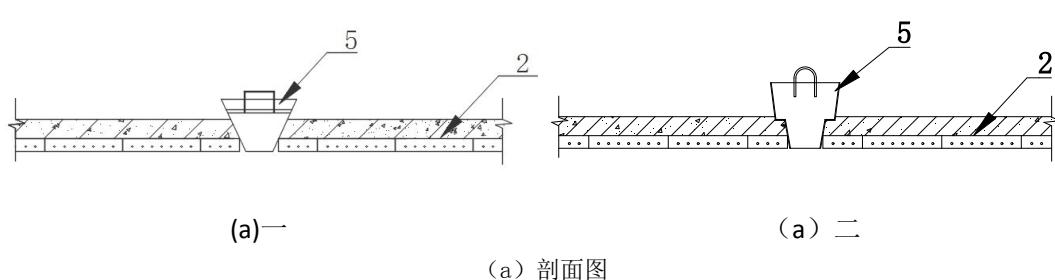
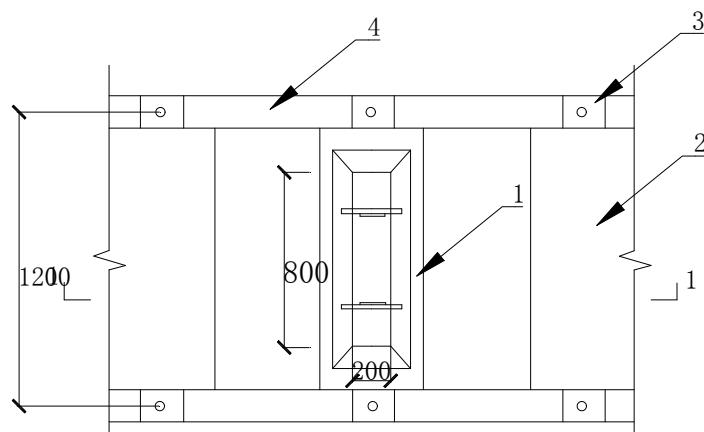


图 4.5.4-12 顶板后浇带模板配置示意图





(b) 平面图

注：图中尺寸单位为 mm

图 4.5.4-13 传料口模板配置示意图

1-传料口模板（洞口）；2-楼面模板；3-支撑头模板；4-楼面龙骨模板；5-传料盒

4.6 节点设计

4.6.1 墙模板底部应进行防漏浆封堵，宜采用压脚板，见图 4.6.1 所示。

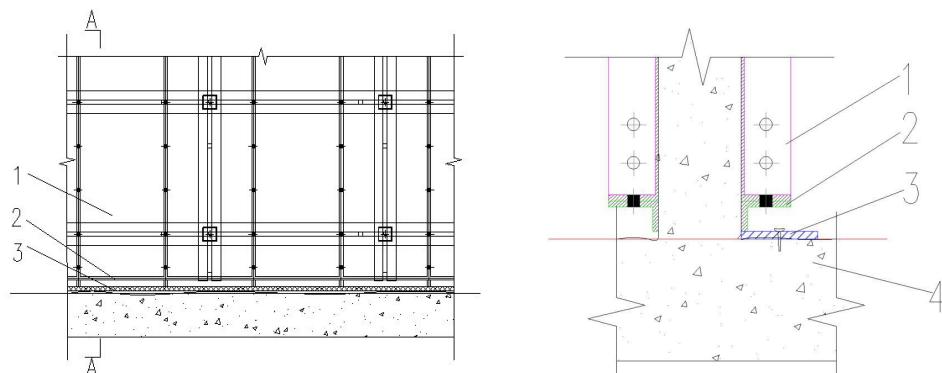


图 4.6.1 压脚板防漏浆示意图

1-铝模墙板；2-底脚模板；3-压脚板；4-混凝土楼板；

4.6.2 窗洞口、飘板、阳台边梁等的滴水线、鹰嘴宜采用铝合金模板型材一次成型。

4.6.3 窗洞口宜采用内凸的方式设置防水企口，防水企口应与结构一次成型，见图 4.6.3-1、图4.6.3-2所示。

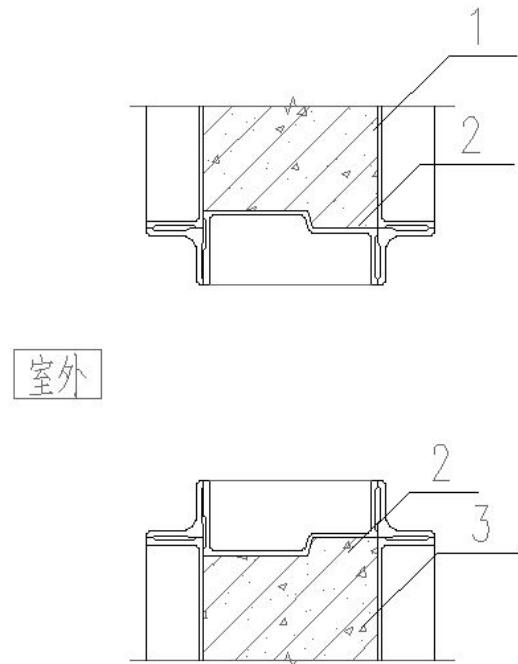


图 4.6.3-1 窗洞口企口示意图（无附框）
1—窗梁；2—防水企口；3—窗台

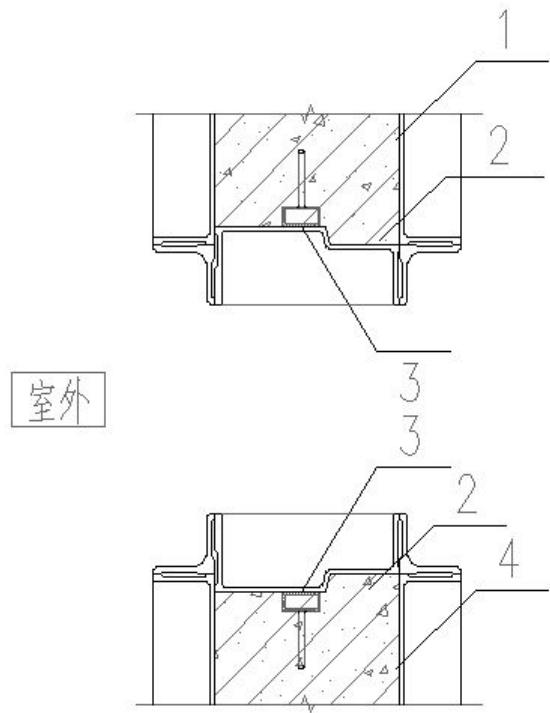


图 4.6.3-2 窗洞口企口示意图（有附框）
1—窗梁；2—防水企口；3—附框；4—窗台

4.6.4 内隔墙与主体结构相连接处宜设置工艺企口，工艺企口的规格应按内隔墙的材质确定。

- 1 内隔墙为预制墙板时，内隔墙和现浇结构应留工艺企口，企口深度宜与预制墙板的

企口深度一致，宽度50mm；

2 内隔墙为普通砌体时，现浇或预制混凝土墙、梁上留企口，企口深度宜设置10mm，宽度100mm；

3 内隔墙为高精度砌块时，结构可不设置工艺企口。

4.6.5 铝合金模板与装配式结构中预制构件交接处应符合以下要求：

1 预制构件的预埋螺纹套筒或穿墙螺栓套管宜根据铝合金模板加固体系设置，螺纹套筒的规格根据受力确定，一般采用M16，有效螺纹深度不宜小于25mm；

2 预制构件与铝合金模板交接处宜设置防漏浆压槽，压槽的深度宜为3.00mm，宽度应根据深化设计确定；

3 铝合金模板与预制构件的咬合部分不宜超过50mm，且应避开预制构件的临时固定连接件。

4.6.6 铝合金模板体系应综合考虑预制构件支撑的整体稳定性。

5 制作与运输

5.1 一般规定

5.1.1 铝合金模板构件应按设计加工图纸及工艺要求进行加工。

5.1.2 加工铝合金模板构件的设备、专用模具和器具应满足产品加工精度要求，检验工具、量具应定期进行计量检测和校正。

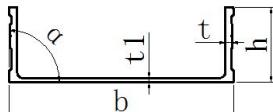
5.1.3 铝合金模板成品运输前须经检验合格且按要求打包。

5.2 制作基本要求

5.2.1 平面模板所使用的主型材面板公称壁厚不宜小于 4.00mm 且厚跨比不宜小于 1/100，边肋、端肋型材公称壁厚不宜小于 6.00mm；用于阳角的主型材公称壁厚不宜小于 6.00mm，用于阴角的主型材公称壁厚不宜小于 5.00mm。

5.2.2 主型材宜为整体挤压成型的铝合金型材，型材质量除应符合设计要求及《铝及铝合金挤压型材尺寸偏差》GB/T 14846 普通级要求外，应符合表 5.2.2 规定。

表 5.2.2 普通主型材制作质量标准

型材	示意图例	项目	要求尺寸	实体允许偏差
U型材		宽度 b	≤200mm	0 -0.50mm
			>200~400mm	0 -0.80mm
			>400~600mm	0 -1.20mm
		肋高 h	---	±0.40mm
		面板厚度 t1	---	-0.15mm
		凸棱厚度 t	---	±0.20mm
		边框角度 α	90°	0 -0.80°
		平面间隙	---	≤0.60mm
		扭拧度	≤200mm	≤0.50mm/m ≤1.20mm/3m
			>200~400mm	≤0.80mm/m ≤1.60mm/3m
			>400~600mm	≤1.00mm/m ≤2.00mm/3m
		弯曲度	≤200mm	≤0.50mm/m ≤1.20mm/3m
			>200~400mm	≤0.80mm/m ≤1.60mm/3m
			>400~600mm	≤1.00mm/m ≤2.00mm/3m

续表 5.2.2

型材	示意图例	项目	要求尺寸	实体允许偏差
端肋型材		高度 h	---	$\pm 0.30\text{mm}$
		凸棱厚度 t	---	$\pm 0.20\text{mm}$
阴角型材		宽度 a	---	$\pm 0.40\text{mm}$
		高度 b	---	$\pm 0.40\text{mm}$
		肋高 h	---	$\pm 0.40\text{mm}$
		角度 α	90°	0 -0.30°
		平面间隙	---	$\leq 0.60\text{mm}$
阳角型材		扭拧度	---	$\leq 0.50\text{mm/m}$
		弯曲度	---	$\leq 1.20\text{mm/3m}$
		宽度 b	---	$\pm 0.30\text{mm}$
		高度 h	---	$\pm 0.30\text{mm}$
		角度 α	90°	0 -0.80°
		厚度 t	---	$\pm 0.20\text{mm}$

5.2.3 铝合金模板构件加工精度应符合设计要求，未做要求则按下列规定：

- 1 杆件的直角截料时，长度尺寸允许偏差为 -1.00mm ；杆件斜角截料时，端头角度允许偏差应小于 -0.30° ；
- 2 截料端头不应有加工变形，毛刺应小于 0.30mm ；
- 3 构件上的孔位加工应采用冲(钻)模、多轴冲(钻)床，孔中心允许偏差应为 $\pm 0.25\text{mm}$ ，孔距允许偏差应为 $\pm 0.25\text{mm}$ ，累积偏差应为 $\pm 0.50\text{mm}$ ；

5.2.4 铝合金模板构件的槽口（图 5.2.4-1）、豁口（图 5.2.4-2）、榫头（图 5.2.4-3）加工尺寸允许偏差应符合表 5.2.4 的规定。

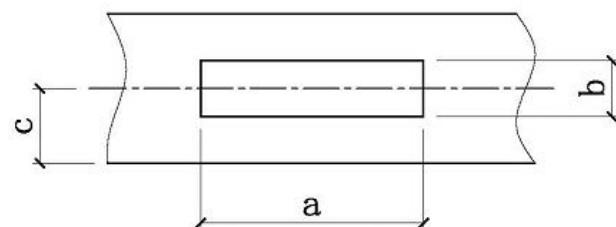


图 5.2.4-1 构件的榫头加工

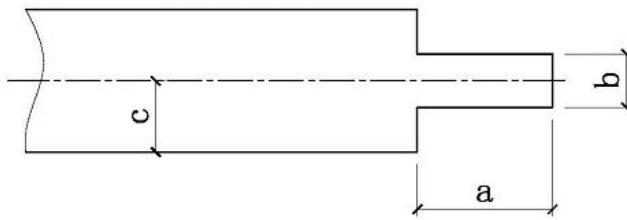


图 5.2.4-2 构件的槽口加工

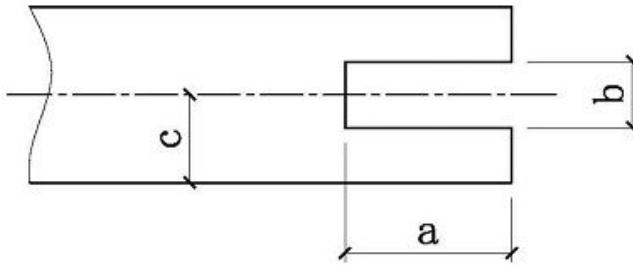


图 5.2.4-3 构件的豁口加工

表 5.2.4 构件槽口、豁口、榫头尺寸允许偏差 (mm)

项目	a	b	c
槽口、豁口允许偏差	+0.5 0.0	+0.5 0.0	±0.5
	0.0 -0.5	0.0 -0.5	±0.5

5.2.5 铝合金模板的焊接应符合下列规定:

- 1 应选用合理的焊接方法及装配焊接顺序，并应采取防止变形、裂缝和气孔发生的措施；
- 2 焊接工艺应符合现行国家标准《铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口》GB/T 985.3 《焊接及相关工艺方法代号》GB/T 5185 和《铝及铝合金弧焊推荐工艺》GB/T 22086 和《铝及铝合金的弧焊接头缺欠质量分级指南》GB/T 22087 的规定；
- 3 焊接前应制定相关工艺文件，并在专用工装和平台上进行作业，组装焊接后若出现变形应进行校正；
- 4 焊缝应符合现行国家标准《铝及铝合金的弧焊接头缺欠质量分级指南》GB/T 22087 中 D 级焊缝质量要求；
- 5 铝合金模板焊缝应全数进行外观检查，检查前应将焊缝及其表面的飞溅物清除干净，焊缝尺寸应符合设计要求，焊缝应均匀，焊缝处不得有气孔、咬肉、裂纹等缺陷。

5.2.6 铝合金模板成品质量检验评定方法应符合本规程附录 F 的规定，抽样方法应符合本规程附录 D 的规定，制作允许偏差应符合表 5.2.8 的规定。

5.2.7 铝合金模板成品出厂应经检验，签发产品合格证后出厂。

5.2.8 铝合金模板成品制作质量应符合表 5.2.8 的规定。

表 5.2.8 铝合金模板产品制作质量标准

项目		要求尺寸	允许偏差
外形尺寸	长度	——	0 -1.00mm
	宽度	B≤200mm	0 -0.50mm
		200mm < B ≤ 400mm	0 -0.80mm
		400mm < B ≤ 600mm	0 -1.20mm
	肋高	——	±0.40mm
	对角线差	≤1500mm	1.00mm
		>1500mm	1.50mm
面板厚度		最小实测尺寸≥3.5mm	
销孔	沿板宽度的孔中心距	——	±0.25mm
	沿板长度的孔中心距	——	±0.25mm
	孔中心与板面间距	——	±0.25mm
	孔直径	Φ 16.50	+0.25mm 0
	端肋与边肋的垂直度	90°	-0.40°
	端肋组装位移	——	-0.60mm
	板面平面度	任意方向	≤1.00mm
板侧面凸棱直线度		——	0.50mm
焊缝		焊缝尺寸按设计要求，焊缝质量符合现行国家标准《铝及铝合金的弧焊接头缺欠质量分级指南》GB/T 22087 中 D 级焊缝质量要求	
阴角模板垂直度		90°	0 -0.30°
阳角模板垂直度		90°	0 -0.80°

5.2.9 铝合金模板除符合按本规程各项规定，通过试验验证模板的强度、刚度和焊接质量等综合性能。成品在生产前后，或其材质和工艺有较大变动时，都应进行荷载抽样试验。

5.2.10 铝合金模板制作完成后应进行适宜的表面处理，达到防腐的效果。

5.3 材料管理

5.3.1 材料管理应有专人负责，并应经过培训，熟悉材料管理基本业务。

5.3.2 铝合金模板上应有规格型号标识，构、配件宜选用标准定型产品，产品上的生产厂标识应清晰。

5.3.3 铝合金焊接材料的管理，应符合现行国家标准《铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存》GB/T 3199 的规定。

5.3.4 材料入库前应办理入库检验手续。检验人员应核对材料的牌号、规格、批号、质量合格证明文件，检查表面质量、包装等，未经检验的材料或检验不合格的材料不得入库。

5.3.5 材料入库和发放应有记录，领料时应核对材料的品种、规格、数量。组合铝合金模板混批周转使用时，宜在工厂进行预拼装检验，合格后办理入库、出库手续。

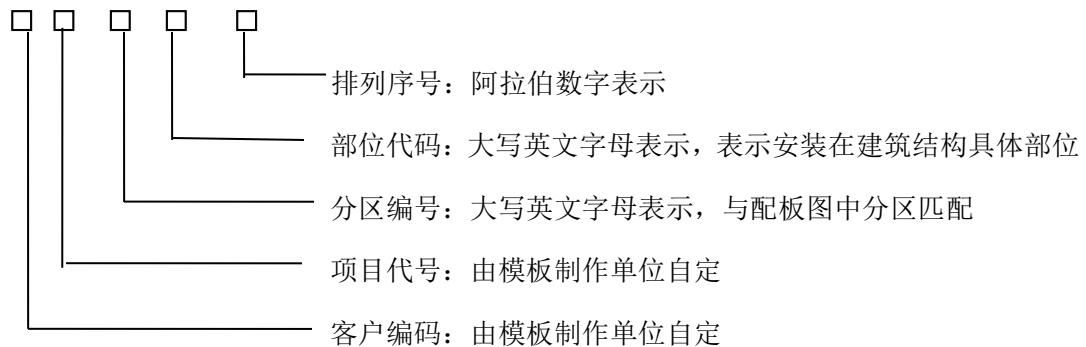
5.4 标识

5.4.1 铝合金模板产品应提供检验合格证明，证明应包含产品名称、商标、规格型号、数量、铝合金牌号及状态代号、生产批号、出厂日期、生产厂标识及检验合格印章等。

5.4.2 主要零部件应注明材料等级、规格、合格证及数量。

5.5 包装

5.5.1 组合铝合金模板出厂包装之前应编写安装编码，安装编码由客户编码、项目代号、分区编号、部位代号、排列序号组成，应按下列顺序排列：



5.5.2 铝合金模板应采用简易式包装，将模板按类别、规格分类平放在垫木、栈板或轻钢托架上，按要求的长宽高放置完成后，用打包带将两个方向捆紧，在打包带与模板直接接触的棱角处垫上保护材料。

5.5.3 铝合金模板包装须紧密牢固，并应考虑运输和装卸要求，防变形、倾覆、滑移和散

落。

5.5.4 铝合金模板包装后，每件包装品应标明产品名称、型号、类别、安装区域、数量、重量、外形尺寸和生产厂家等。

5.5.5 零部件包装后，每件包装品应标明产品名称、安装区域、数量、尺寸等。

5.6 装车

5.6.1 装车时，每包铝合金模板的横向、竖向需用垫木隔开，并预留现场吊卸间隙。

5.6.2 装车时，要考虑每包的重量，易坏品不宜放在下部。

5.6.3 全部装车后，应进行整体固定，防止在运输过程中单包或单件脱落丢失。

5.7 运输

5.7.1 运输过程中，应考虑日晒、雨雪等因素，避免标识变色、脱落。

5.7.2 装卸模板严禁抛掷，防止人为或机械损坏。

6 安装与拆除

6.1 一般规定

- 6.1.1** 组合铝合金模板的安装与拆除应建立健全的质量安全管理控制体系。
- 6.1.2** 组合铝合金模板的设计、配置、供应、施工、服务等宜由专业公司实施完成。
- 6.1.3** 组合铝合金模板安装前应进行施工技术交底及安全技术交底，有关施工及操作人员应熟悉模板施工图及模板工程的施工设计。
- 6.1.4** 组合铝合金模板的配模应与主体结构设计、预制构件设计相互协调，符合“易安装、易拆除、易配合”的原则，并宜采用分层分段流水作业。
- 6.1.5** 铝合金模板在安装前，应测量放线并采取措施保证其位置准确。并根据混凝土浇筑顺序、一次浇筑高度和浇筑速度，采取可靠的抗侧移、抗倾覆措施。
- 6.1.6** 组合铝合金模板拆除时，严禁拆除、扰动应保留的梁、板竖向支撑，竖向支撑应始终处于受荷状态。
- 6.1.7** 组合铝合金模板的安装、质量要求及检验方法应按《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定执行。
- 6.1.8** 组合铝合金模板的安装编码应按照本规程第 4.5.1 条的规定进行编排，严禁随意编码。

6.2 安装

6.2.1 安装准备

- 1** 组合铝合金模板安装前应检查安装所需的模板、配件及安装工具是否备齐；
- 2** 组合铝合金模板安装前应检查钢筋位置及基层的平整度，并能满足模板安装要求；
- 3** 施工现场应有可靠的、能满足组合铝合金模板安装和检查需求的测量控制点或控制线；
- 4** 现场使用的组合铝合金模板及配件应按各单元所需的数量逐项清点和检查，质量应符合相关要求；
- 5** 组合铝合金模板安装前应检查预制构件的轴线位置、垂直度、平整度、标高、斜拉杆、预埋件及与之交接的钢筋等是否满足安装要求；
- 6** 组合铝合金模板安装前，应对钢筋、预留预埋等隐蔽工程进行验收，合格后方可封装模板。

7 组合铝合金模板安装前表面应涂刷脱膜剂，且不得使用影响结构性能或妨碍装饰工程施工的脱模剂。

6.2.2 安装作业

- 1** 铝合金模板及其支撑应按照模板配模图及施工专项方案安装；
- 2** 铝合金模板配件必须安装牢固，工具式竖向支撑的支承面应平整垫实，并有足够的受压面积，工具式支撑应着力于背楞；
- 3** 预埋件、预留孔洞的位置必须准确，并应安设牢固；
- 4** 基础的铝合金模板必须支拉牢固，防止变形，支撑的底部应加垫木，模板平直度应进行校正；
- 5** 墙、柱铝合金模板的底面应找平，下端应对准定位基准线，在墙柱上安装模板时，模板应有可靠的支承点，其平直度应进行校正；
- 6** 当有预制凸窗、预制墙板时，模板宜先从另一端向预制凸窗、预制墙板方向逐件安装，模板宜盖过预制构件不大于 50mm，接口处宜用螺杆和背楞加固；
- 7** 应根据墙定位控制线，从端部封板开始，逐件安装墙板。墙柱与梁板同时施工时，应先支设墙柱模板，调整固定后再架设梁板模板；
- 8** 当墙模板采用拉片系统时，墙体模板应从内外两侧同时按顺序安装，设有拉片槽的位置必须安装拉片；
- 9** 组装墙铝合金模板吊装就位后，应紧靠定位基准，支设牢固，并保证模板垂直度；
- 10** 楼板铝合金模板支模时，应先完成一个格构的龙骨安装，再逐渐向外扩展，保证支撑系统的稳定性；
- 11** 当水平构件为预制构件时，水平构件的支撑体系宜与模板的支撑体系一致，水平构件的支撑及工具式支撑宜按短边方向布置；
- 12** 多层及高层建筑中，上下层对应的工具式支撑竖向中心线偏差不得大于 15mm；工具式支撑垂直度不应大于支撑高度的 1/300；
- 13** 对于铝合金模板安装的起拱、支模的方法、预埋件和预留孔的允许偏差，预组装模板安装的允许偏差，以及预制构件模板安装的允许偏差等事项应符合现行国家标准《混凝土工程施工验收规范》GB 50204 的有关规定，当梁板模板跨度大于 4m 时，应按设计要求起拱，设计无具体要求的，起拱高度应为跨度的 1/1000~3/1000；
- 15** 模板工程安装完毕，必须经检查验收合格后，方可进行下道工序，混凝土的浇筑应符合现行国家标准《混凝土工程施工验收规范》GB 50204 的有关规定；
- 16** 铝合金模板防漏浆应符合下列规定
 - 1)** 墙、柱铝合金模板底部宜采用压脚板进行封堵；
 - 2)** 层间外墙、柱、电梯井、楼梯隔墙等位置应设置承接模板（K 板）；

3) 铝合金模板与预制构件相交处应按设计要求采取防漏浆措施。

6.3 拆除

6.3.1 拆除准备

- 1 施工单位应根据工程的施工图纸、施工技术文件按要求编制模板拆除安全方案；
- 2 拆除模板前，应对操作人员进行技术、安全交底；
- 3 铝合金模板拆除前应办理拆模申请审批手续，并按照附录 G 填写铝合金模板早拆审批表；
- 4 拆除模板时应由专职人员进行现场监督与指导。

6.3.2 拆除作业

- 1 拆除时间宜符合以下规定：
 - 1) 铝合金模板应根据专项施工方案规定的墙、梁、楼板拆模时间依次及时拆除；
 - 2) 悬挑构件及其相邻构件应在混凝土强度达到 100% 后同时拆除；
 - 3) 传料口周边底部支撑应在封堵混凝土达到拆模强度后拆除；
 - 4) 梁、楼板铝合金模板的早拆时间由同条件养护试块抗压强度和预留的晚拆头支撑间距确定，应符合表 6.3.2 的规定，且同条件养护试块抗压强度应不低于 10MPa。

表 6.3.2 拆模强度要求对照表

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
板面	≤2	≥50
	>2, ≤3	≥75
	>3	≥100
梁、拱、壳	≤1.5	≥40
	>1.5, ≤2	≥50
	>2, ≤3	≥75
	>3	≥100
悬臂构件	-	≥100

注：1、表中构件跨度指预留晚拆头及支撑的间距；

2、同条件养护混凝土立方体抗压强度 f_{cu} 不应小于 $10N/mm^2$ ；

3、表中悬臂构件所规定的强度是指多套支撑最底层受力构件的混凝土强度。

- 5) 当混凝土强度达到设计要求时，方可拆除工具式支撑；当设计无具体要求时，应达到同条件养护试件的混凝土抗压强度时方可拆除工具式支撑。同条件养护试件的混凝土抗压强度应符合表 6.3.3 的规定。

表 6.3.3 支撑拆除时同条件养护试件的混凝土抗压强度要求

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
板	≤2	≥50
	>2, ≤8	≥75

续表 6.3.3 支撑拆除时的混凝土强度要求

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
梁、拱、壳	>8	≥100
	≤8	≥50
	>8	≥100
悬臂构件	-	≥100

2 现场拆除铝合金模板时，应遵守下列规定：

- 1) 先拆除侧面铝合金模板、再拆除承重铝合金模板；
- 2) 支承件和连接件应逐件拆卸，模板应逐块拆卸传递，拆除时不得损伤铝合金模板和混凝土结构；
- 3) 拆除销钉组时，应有防止销钉飞散措施；
- 4) 拆除拉片时，应从内侧位置抽出，防止从外侧掉落；一次性拉片断开的位置应凹进墙面，且不小于 5.00mm；
- 5) 拆除铝合金模板时，应采取安全防范措施，严禁扰动保留部分的支撑系统；
- 6) 拆除与预制构件相接位置的模板时，不得磕碰预制构件的棱角，损坏预制构件；
- 7) 工具式支撑应始终处于承受荷载状态，结构荷载传递应可靠；
- 8) 拆下的铝合金模板和配件均应分类堆放整齐，不得倚靠模板或晚拆头支撑堆放。

6.4 安全措施

6.4.1 模板工程应编制安全专项施工方案，并经施工企业技术负责人和总监理工程师审核签字；对于超过一定规模的危险性较大分部分项工程时，应单独编制安全专项施工方案并组织专家论证。

6.4.2 从事铝合金模板作业的人员，应经安全技术培训，并应有相关记录；从事高处作业人员，应定期体检，不符合要求的不得从事高处作业。

6.4.3 高处作业时，应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的相关要求以及深圳市建设行政主管部门下达的建筑工程安全生产文明施工相关通知及规定。

6.4.4 组合铝合金模板装拆和支架搭设、拆除前，应进行施工操作的安全技术交底，并应有交底记录。模板安装、支架搭设完毕，应由总包组织建设、监理等相关专业工程技术人员进行检查验收，验收符合要求后的应经责任人签字确认。检查项目应包括下列内容：

- 1** 工具式支撑等支架基础应坚实、平整，承载力应符合设计要求，并应能承受支架上部荷载；
 - 2** 工具式支撑等支架底部应按设计要求设置底座或预埋螺栓，应符合设计要求；
 - 3** 工具式支撑等支架立杆的规格尺寸、连接方式、间距和垂直度应符合设计要求，不得出现偏心荷载；
 - 4** 销钉、对拉螺杆、对拉片、预制混凝土撑条、承接模板及工具式支撑的预埋螺栓等连接件的数量、间距应符合设计要求；
 - 5** 当采用本规程规定外的支撑形式时，尚应符合现行行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的规定。
- 6.4.5** 模板安拆时，严禁拆除预制构件的工具式支撑及预埋件。
- 6.4.6** 铝合金模板安装时，作业层的施工荷载应符合设计要求，不得超载。混凝土浇筑过程中，应避免荷载集中，并应派专人在安全区域内观测模板支撑的工作状态。
- 6.4.7** 铝合金模板支架使用期间，不得擅自拆除架体结构杆件。
- 6.4.8** 在台风季节施工，模板应有临时抗风加固措施。严禁在大雨、大雾及 5 级以上大风等恶劣天气进行露天高处作业。
- 6.4.9** 在高处安装和拆除模板时，必须有稳固的登高工具；在临街面及交通要道地区，尚应设警示牌，设置围栏，派专人看管，严禁非操作人员进入作业范围。
- 6.4.10** 拆除铝合金模板时，操作人员应站在安全地点，逐块拆除。严禁架空猛撬、硬拉或大面积撬落和拉倒。
- 6.4.11** 在铝合金模板安装或拆除过程中，如需停止作业时，应采取措施保证已搭设或拆除后剩余部分模板的稳固。

7 检查与验收

7.1 一般规定

- 7.1.1** 铝合金模板制作完成后，经检验合格，应签发产品合格证。
- 7.1.2** 铝合金模板试拼装、现场首层拼装完成自检合格后宜由监理单位、建设单位、设计单位、施工单位进行联合验收。
- 7.1.3** 施工单位应对进场的铝合金模板按照铝模安装图纸及清单、加工图对模板的编号、规格、数量及零部件的规格、数量和尺寸进行核查。
- 7.1.4** 与预制构件连接部分的模板，应在预制构件安装完成并验收合格后，方可进行安装。
- 7.1.5** 铝合金模板工序检查应按附录 L 表执行。

7.2 材料检查与验收

- 7.2.1** 铝合金型材的牌号和物理力学性能应满足《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 90 的相关规定。
- 7.2.2** 铝合金模板生产单位应对进厂材料进行检查，并逐一核对实物与质量证明文件的统一性，严格甄别证明文件的真伪和有效性，必要时可向原生产厂家追溯其产品的真实性。
- 7.2.3** 进入铝合金模板生产单位的原材料，经检查不合格的不得使用。
- 7.2.4** 钢材的性能应符合 3.2 的要求。

7.3 模板检测与验收

- 7.3.1** 铝合金模板主体型材、边肋和端肋尺寸精度应达到 GB/T 5237.1 中的高精级要求，各个具体细部精度应符合表 7.3.4 的规定。
- 7.3.2** 铝合金模板质量检验项目按重要程度分为主要项目和一般项目，每块模板每项检测抽查 1~3 个检测点。
- 7.3.3** 铝合金模板检验项目及检验方法应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 模板质量检验项目及检验方法

项目	项目性质	检查点数	检查方法	量具
面板长度	主要项目	3	检测两端及中间部位	钢卷尺
面板宽度	主要项目	3	检测两端及中间部位	钢卷尺
面板厚度	主要项目	3	检测面板任意部位	游标卡尺、钢卷尺
面板对角线长度差	主要项目	1	检测两对角线的差值	钢卷尺
肋板高度	主要项目	3	检测两端及中间部位	游标卡尺
肋板厚度	一般项目	3	检测两端及中间部位	游标卡尺
肋板垂直度	一般项目	3	直角尺一侧与板侧边贴紧检测 另一边与板端的间隙	直角尺、塞尺
阴角模板的角度	主要项目	3	检测两端及中间部位	直角尺、塞尺
阳角模板的角度	主要项目	3	检测两端及中间部位	直角尺、塞尺
沿板长度孔中心距	主要项目	3	检测任意间距两孔中心距	游标卡尺
沿板宽度孔中心距	主要项目	3	检测任意间距两孔中心距	游标卡尺
孔中心距与面板距离	主要项目	3	检测两端及中间部位	游标卡尺
孔中心距与板端距离	主要项目	3	检查封口板与之结合位置	游标卡尺、直角尺
孔直径 ϕ	一般项目	3	检测任意孔	游标卡尺
面板平面度	主要项目	3	沿面板长度方向和对角部位测量最大缝隙	平尺、塞尺
边肋直线度	主要项目	3	检测沿板长度方向靠板侧凸棱面 测量最大值，两个侧面各取一点	平尺、塞尺
拉片槽宽度	主要项目	3	检测任意拉片槽	游标卡尺
拉片槽深度	主要项目	3	检测任意拉片槽	游标卡尺
端肋组装位移	一般项目	3	检测两端及中间部位	直角尺、塞尺
焊线高度	主要项目	3	检查焊缝最小高度	焊缝检查尺
分段焊的焊缝长度	一般项目	3	检查焊缝最小长度	焊缝检查尺
分段焊的焊缝间距	一般项目	3	检查焊缝间距	焊缝检查尺

7.3.4 铝合金模板产品质量应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 模板产品质量允许偏差表

序号	项 目	要求	允许偏差 (mm)
1	板面长度 L	—	0 -1.0mm
2	板面宽度 B	B≤200mm	0 -0.50mm
		200mm<B≤400mm	0 -0.8mm
		400mm<B≤600mm	0 -1.0mm
3	板面厚度	—	±0.15mm
4	板面对角线长度差 B	B≤1500mm	1.00mm
		>1500mm	1.50mm
5	肋板高度	—	±0.40mm
6	边肋厚度	—	±0.20mm
7	边肋垂直度	90°	0° -0.30°
8	阴角模板的角度	—	-0.30°
9	阳角模板的角度	—	-1.00°
10	沿板长度孔中心距	—	±0.25mm
11	沿板宽度孔中心距	—	±0.25mm
12	孔中心与板面间距	—	±0.25mm
13	孔中心与板端间距	—	±0.25mm
14	孔直径 ϕ	16.5	0 -0.25mm
15	板面平面度	—	≤1.0mm
16	边肋直线度	—	±0.50mm
17	拉片槽宽度	38mm	+0.5 0mm
18	拉片槽深度	1.75mm	±0.25mm
19	端肋组装位移	—	-0.60mm
20	焊缝高度	6mm	+0.5mm
21	分段焊的焊缝长度	30mm	+0.5mm
22	分段焊的焊缝间距	<200mm	±0.50mm

7.4 零部件检查与验收

7.4.1 铝合金模板零部件，其材质应符合国家现行有关标准的规定。

7.4.2 铝合金模板零部件品种和规格应满足设计要求，并应符合表 7.4.2 的规格。

表 7.4.2 零部件品种和规格表

名称	材料	常用规格 (mm)
背楞	Q235/Q345	□60×40×2.5, □80×40×2.0, □100×50×3.0
销子	Q235	Φ16×50、Φ16×130、Φ16×195
锲片	Q235	24×9×70×3.5、32×12×80×3.0 (弯形)
工具式支撑	Q235/Q345	外管Φ60×3.0×1700、内管Φ48×3.0×2000
普通螺栓、螺母	Q235	M16×35
对拉螺杆、螺母	45#钢	T16~T14 粗牙螺杆
螺母用垫片	Q235	60×60×8, 75×75×8.0, 100×100×8
对拉片	65Mn (周转)	33×3、33×3.5、33×4.0
拉片背楞卡具	Q235	$\delta \geq 6.0$

7.4.3 铝合金模板零部件允许偏差应符合表 7.4.3 规定。

表 7.4.3 零部件制作允许偏差标准 (mm)

项 目		要求尺寸	允许偏差
连接销子	长度 (短销)	50	±0.5
	长度 (长销)	130	±0.5
	外径	Φ16	±0.2
	销孔	20×4.5	±0.5
	试验 50 次后的销孔口残余变形	-	≤1.2
	销片	24×9×70×3.5	0~0.1
连接件	对拉片	33×3、33×3.5、33×4.0	0~0.1
	高度	-	±2.0
	螺栓孔直长径	-	±1.0
	长度	-	±1.5
	宽度	-	±1.0
	卡口长度	-	+2.0
单支顶	背楞	-	+2.0
	背楞角度	-	-1.0
	钢管的直线度	-	≤L/1000
	支柱最大长度时上端最大振幅	-	≤60.0
	顶板与底板的孔中心与管轴位移	-	1.0
销孔对管径的对称度		-	1.0
插管插入套管的最小长度		≥300	-

注: 1、销子, 销片不得有飞边、毛刺、溢边等缺陷。

2、单支顶等宜做荷载试验。

7.4.4 铝合金模板零部件的表面应先除油、除锈, 再按照表 7.4.4 的要求作防锈处理。

表 7.4.4 铝合金模板零部件的表面处理

名 称	表面处理
销子	刷防锈油
锲片	刷防锈油
普通螺栓、母	刷防锈油
对拉螺杆、母	刷防锈油
对拉片	刷防锈油
背楞	清理焊渣后涂防锈漆或镀锌
工具式支撑	清理飞边、毛刺、溢边后刷防锈漆或镀锌

注：1、销子表面可做发蓝处理

7.4.5 钢质构件表面的锈蚀检查应每年不少于两次。检查时，应在锈蚀严重的构件中至少抽取 3 根，在每根构件锈蚀严重的部位横向截断抽样检查。对使用时间较长，厚度减薄的构件，除在结构计算时必须按实际厚度进行计算外，必要时应抽样进行荷载试验。

7.4.6 对产品质量有争议时，应按上列有关项目的质量标准及检验方法进行复检。

7.5 工厂拼装验收

7.5.1 铝合金模板生产完成后，宜在工厂对模板进行试拼装，并按本规程附录 K 的要求填写《建筑铝合金模板工程工厂拼装验收明细表》。

7.5.2 铝合金模板生产单位应严格按照铝合金模板深化设计图完成模板拼装，包含背楞、吊模、洞口模板等的安装。

7.5.3 试拼装完成后，应对模板拼缝、高低差、平整度、长宽尺寸、对角线长度差值进行组合验收，组合铝合金模板试拼装允许偏差应符合表 7.5.3 规定。

表 7.5.3 组合铝合金模板试拼装允许偏差

序号	项目名称	允许偏差	检查方法
1	铝合金模板高度	$\leq 2.00\text{mm}$	卷尺
2	铝合金模板长度	-2~0mm	卷尺
3	铝合金模板面对角线差	$\leq 3\text{mm}$	卷尺
4	面板平整度	1/1000	2m 靠尺
5	相邻面板接缝高低差	$\leq 0.50\text{mm}$	钢尺和塞尺
6	相邻面板接缝间隙	$\leq 0.50\text{mm}$	塞尺

7.5.4 组合铝合金模板试拼装验收应提供下列文件：

- 1 组合铝合金模板工程的施工设计或铝合金模板的深化设计图纸及铝模安装图;
- 2 组合铝合金模板工程自检质量检查记录或验收记录。

7.5.5 试拼装验收合格后应对模板进行施工编号，并进行打包整理。

7.6 现场拼装验收

7.6.1 浇筑混凝土前应对模板工程进行验收，并应按本规程附录 H 的要求填写铝合金模板安装工程检验批质量验收记录表。

7.6.2 模板检验批质量标准应符合下列规定：

- 1 主控项目必须符合本规程合格质量标准的要求；
- 2 一般项目的质量经抽样检验合格。当采用计数检验时，一般项目的检验结果应有 85% 及以上的检查点（值）符合本规程合格质量标准的要求，其最大值不应超过其允许偏差值的 1.2 倍；
- 3 具有完整的施工操作依据和质量验收记录。

I 主控项目

7.6.3 铝合金模板及其工具式支撑应符合方案或设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照模板设计文件和施工技术方案检查。

7.6.4 安装现浇结构的上层铝合金模板及其支架时，下层模板应具有承受上层荷载的承载力，否则应加设支架；上、下层支架的立柱应对准，并铺设垫板。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照模板设计文件和施工技术方案观察。

7.6.5 在涂刷铝合金模板脱模剂时，不得沾污钢筋和混凝土接槎处。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察

7.6.6 应按照配模设计要求检查工具式支撑的规格、间距、垂直度、插销直径等。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照设计文件和施工技术方案检查。

7.6.7 应对销钉、背楞、对拉螺杆、对拉拉片、定位撑条、承接模板的工具式支撑的预进螺栓等的数量、位置进行检查。

检查数量：全数检查。

检验方法：对照模板设计文件检查。

II 一般项目

7.6.8 铝合金模板安装的接缝应平整、严密，不应漏浆；模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷脱模剂；浇筑混凝土前，模板内的杂质应清理干净。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

7.6.9 浇筑混凝土时应采用提升式布料机，且独立成体系，其基底不应直接安装在铝合金模板面上，支撑架应安装稳定、牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

7.6.10 对跨度不小于 4m 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 1/1000~3/1000。

检查数量：同一检验批内，抽查构件数量不少于 10%，且不少于 3 件（面）。

检查方法：激光扫描仪或拉线、钢尺检查。

7.6.11 固定在铝合金模板上的预埋件、预留孔洞、不得遗漏，且应安装牢固，其偏差应符合表 7.6.11 规定。

检查数量：同一检验批内，抽查构件数量不少于 10%，且不少于 3 件（面）。

检查方法：钢尺检查。

表 7.6.11 洞口模板、背楞盖板允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
预埋管、预留孔中心位置		3.00
预埋螺栓	中心线位置	2.00
	外露长度	+10, 0
预留洞	中心线位置	10
	尺寸	+10, 0

7.6.12 铝合金模板安装垂直度、平整度、轴线位置等允许偏差及检验方法应符合表 7.6.12 的要求，清水混凝土模板尚应满足《清水混凝土应用技术规程》JGJ169 的有关规定。

检查数量：同一检验批内，抽查构件数量不少于 10%，且不少于 3 件（面）。

检查方法：激光扫描仪或吊线、钢尺检查。

表 7.6.12 模板安装的允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
模板垂直度	3	激光扫描仪或吊线、钢尺检查
模板平整度 (墙、柱及梁侧模)	3	激光扫描仪或吊线、钢尺检查
轴线位置	3	激光扫描仪或钢尺检查
底模上表面标高	±5	激光扫描仪或拉线、钢尺检查
截面内部尺寸 柱、墙、梁	+4, -5	钢尺检查
单跨楼板累计误差差	5	激光扫描仪或钢尺检查
相邻两板表面高低差	1.5	钢尺检查
表面平整度 (含梁板底模)	3	激光扫描仪或 2m 靠尺、塞尺检查
相邻两板拼接缝隙	1.5	塞尺检查

注：检查轴线位置时，应沿纵、横两个方向量测，并取其中的较大值

7.6.13 组合铝合金模板安装的质量检查，应检查下列内容：

- 1 对拉螺杆、对拉片、销钉，角铝及背楞的配套和紧固情况；**
- 2 支柱、工具式支撑的数量和着力点；**
- 3 对拉螺杆、对拉片、背楞与支柱的间距；**
- 4 各种预埋件和预留孔的固定情况；**
- 5 模板结构的整体稳定；**
- 6 有关安全措施。**

7.6.14 组合铝合金模板工程验收时，应提供下列文件：

- 1 模板工程的施工深化设计图，模板安装图和支撑系统布置图；**
- 2 模板工程验收/检测报审表；**
- 3 铝合金模板安装检验批质量验收记录。**

8 保养与维修

8.1 保养与保管

8.1.1 使用后的铝合金模板及零部件应及时进行清理、清洗、修复，达到要求后方可投入使用或入库保管。

8.1.2 使用后的钢质构件应符合下列要求：

- 1** 使用后的钢质构件应将粘结物清理洁净，清理时严禁采用铁锤敲击方法；
- 2** 清理后的钢质构件应逐榀、逐根进行检查，发现弯曲、凸凹、破裂、开焊等必须修理完善，并对脱落的表面防锈层进行补刷修复，板（表）面和螺纹部分应整修上油，标准单支顶销子须补齐，分别按规格分类存放。

8.1.3 对暂不使用的模板，板面应涂刷保护剂，焊缝开裂时应补焊，并按规格分类堆放并做好相应标识。

8.1.4 铝合金模板堆放时，应符合下列规定：

- 1** 铝合金模板宜放在室内，模板的底面应垫离地面 100mm 以上，垫高物应平整、均匀合理，高低相同；
- 2** 露天堆放时，地面应平整、坚实、有排水措施，模板底面应垫离地面 200mm 以上，至少有两个支点，且支点间距不大于 800mm 及离模板两端的距离不大于模板长度的 1/6，堆码整齐，高度不应大于 2.0m，且有可靠的防倾覆措施。

8.1.5 工具式支撑堆放场地应平整、干净、无污染，堆放整齐，做好标识，并要有防倾倒措施。

8.1.6 配件入库保存时应分类存放，做好标识，小件要点数装箱入袋，大件要整数成堆。

8.2 维修

8.2.1 铝合金模板和零部件回收后，应及时进行保养或维修，对变形及损坏的模板及配件，应及时整形和修补，修复后的模板和零部件应达到表 8.2.1 的要求。修复工作宜采用机械整形。

表 8.2.1 模板产品及零部件修复后的质量标准

项目		要求尺寸	允许偏差
外形尺寸	长度 L	---	0 -1.00mm
	宽度 B	B≤200mm	0 -0.50mm
		200mm<B≤400mm	0 -0.80mm
		400mm<B≤600mm	0 -1.20mm
	对角线差	≤1500mm	1.00mm
		>1500mm	1.50mm
	面板厚度	---	-0.35mm
	边框及端肋高度	65mm	±0.40mm
	边框及端肋厚度	---	±0.20mm
	长度方向第一孔与端面间距	---	+0.20mm -0.50mm
销孔	孔中心与板面间距	40mm	±0.50mm
	相邻孔中心距	---	±0.50mm
	孔直径	Φ 16.5	+0.40mm
	端封板与边框的垂直度	90°	0° -0.30°
	板面平面度	任意方向	1.00mm
	凸棱直线度	---	0.50mm
	拉片槽宽度	38mm	+0.5 0mm
	拉片槽深度	1.75mm	±0.25mm
	焊缝高度	6mm	+0.5 0mm
	分段焊的焊缝长度	30mm	+5 0mm
	分段焊的焊缝间距	<200mm	±5mm
	连接角模垂直度	90°	0° -1.00°
	阴角模板垂直度	90°	0° -0.30°

8.2.2 钢质工具式支撑修复后的容许偏差应符合表 8.2.2 规定。

表 8.2.2 工具式支撑修复后的容许偏差表

序号	项目		要求尺寸 (mm)	允许偏差 (mm)	
1	插管	外径	ø 48.3	±0.50	
		壁厚	3.5	±0.36	
		外表面腐蚀深度	≤0.18		
2	套管	外径	ø 60	±0.60	
		壁厚	≥3.0		
		外表面腐蚀深度	≤0.18		
3	外形尺寸	套管和插管的长度	L	0 +26	
		套管与插管重叠长度	≥280	0 +10	
4	套管与插管的直线度		-	≤L/1000	
5	插销直径		ø 14	±0.20	
36	销孔	孔直径	ø 16	0 +0.50	
		销孔中心距	125	±1.0	
7	底座	厚度	≥6	-	
8	调节螺管	螺距	6	+0.50 0	
		螺纹长度	≥210	-	
		壁厚	≥4		
9	焊缝	高度	插管	3.5	+1.00 0
			套管	3.0	+1.00 0

8.2.3 背楞、柱箍、拉片等钢质构件修复后不得有翘曲、变形、扭曲、凸凹、破裂、开焊等影响使用的缺陷，其长度方向的弯曲度不应大于相应跨度（柱宽）的 1/1000，且不大于 2.00mm。

8.2.4 维修质量达不到本规范表 8.2.1、8.2.2、8.2.3 要求的模板和配件不应发放使用。

9 回收与报废

9.1 回收

9.1.1 铝合金模板和零部件拆除后，应及时清除粘结砂浆杂物，并对拆除的构件进行归类码放。

9.1.2 铝合金模板和零部件回收时，应满足下列规定

1 旧模板回收应满足表 9.1.2-1、9.1.2-2 检验标准。

表 9.1.2-1 旧模板回收检验标准表

序号	项目	检验标准	检验工具
1	板面平整度	$\leq 1.0\text{mm}$	靠尺、塞尺
2	凸棱直线度	$\leq 0.5\text{mm}$	钢直尺、卷尺
3	边肋平直度	不超过凸棱高度	目测
4	外形尺寸	$+0, -2\text{mm}$	钢直尺、卷尺
5	对角线差	$\leq 2\text{mm}$	卷尺
6	相邻表面高低差	$\leq 1\text{mm}$	钢直尺、卷尺
7	整板平整度（每 2 米）	$\leq 1\text{mm}$	靠尺、塞尺
8	混凝土清理标准	1、正面和侧面不允许有任何混凝土和异物存在； 2、背面无块状和凸起的混凝土和异物存在； 3、安装孔位不允许有混凝土残留； 4、铝合金模板上的螺栓需全部拆卸干净。 5、拉片槽需单独清理混凝土及毛刺。	目测
9	喷涂膜厚	$\geq 70\mu\text{m}$	膜厚测量仪

表 9.1.1-2 零部件回收检验标准表

序号	项目	检验标准	检验工具
1	工具式支撑	无弯曲、砸扁、扭曲、开裂、表面锈蚀严重，无切割或焊接，管面清洁。	目测
2	紧固件	无变形，配件完整，螺栓完好，表面清洁，无杂质。	目测
3	其它料具	无明显损坏变形，配件齐全，使用功能正常。	目测

2 铝合金模板装卸时不得抛掷模板，均应轻装轻放，以防损坏或变形严重。

3 回收运输时铝合金模板应装载牢固，固定可靠，防止发生掉落。

9.2 报废

9.2.1 铝合金模板厂家应建立铝合金模板报废标准。

9.2.2 报废的铝合金模板应由专业的厂家进行处理。

9.2.3 铝合金模板的报废应满足下列标准:

- 1 零碎的非标铝合金模板应报废处理;**
- 2 无法修改或无修复价值的模板应报废处理;**
- 3 修补后达不到修复标准的铝合金模板或配件应报废处理。**

附录 A 荷载标准值

A. 0. 1 铝合金模板及支撑系统和配件自重 (G_1) 的标准值应根据设计图纸计算确定。铝合金模板的自重标准值按本规程第 4. 3. 1 条确定。

A. 0. 2 新浇混凝土自重 (G_2) 的标准值宜根据混凝土实际重力密度 γ_c 确定, 普通混凝土 γ_c 可取 24kN/m^3 。

A. 0. 3 钢筋自重 (G_3) 的标准值应根据施工图确定。一般梁板结构, 楼板的钢筋自重可取 1.1kN/m^3 , 梁的钢筋自重可取 1.5kN/m^3 。

A. 0. 4 采用插入式振动器且浇筑速度不大于 10m/h 、混凝土坍落度不大于 180mm 时, 新浇筑混凝土对模板的侧压力 (G_4) 的标准值, 可按下列公式分别计算, 并应取其中的较小值:

$$F = 0.28\gamma_c t_0 \beta \sqrt{v} \quad (\text{A. 0. 4-1})$$

$$F = \gamma_c H \quad (\text{A. 0. 4-2})$$

当浇筑速度大于 10m/h , 或混凝土坍落度大于 180mm 时, 侧压力 (G_4) 的标准值可按公式 (A. 0. 4-2) 计算。

式中: F ——新浇筑混凝土作用于模板的最大侧压力标准值 (kN/m^2) ;

γ_c ——混凝土的重力密度 (kN/m^3) ;

t_0 ——新浇混凝土的初凝时间 (h), 可按实测确定; 当缺乏试验资料时, 可采用 t_0

$=200/(T+15)$ 计算, T 为混凝土的温度 ($^{\circ}\text{C}$) ;

β ——混凝土坍落度影响修正系数。当坍落度大于 50mm 且不大于 90mm

时, β 取 0.85; 坍落度大于 90mm 且不大于 130mm 时, β 取 0.9; 坍落度

大于 130mm 且不大于 180mm 时, β 取 1.0;

v ——浇筑速度, 取混凝土浇筑高度 (厚度) 与浇筑时间的比值 (m/h) ;

H ——混凝土侧压力计算位置处至新浇混凝土顶面的总高度 (m)。

混凝土侧压力的计算分布图形如图 A. 0. 4 所示, 图中 $h = F / \gamma_c$ 。

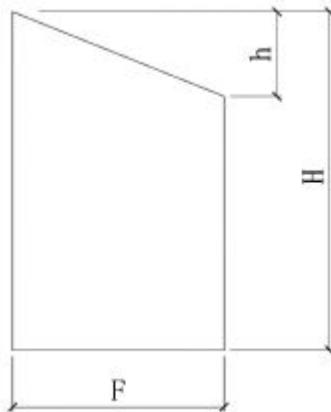


图 A.0.4 混凝土侧压力分布
h——有效压头高度；H——模板内混凝土总高度；F——最大侧压力

A.0.5 施工人员及施工设备产生的荷载 (Q_1) 的标准值，可按实际情况计算，且不应小于 $2.5\text{kN}/\text{m}^2$ 。

A.0.6 混凝土下料产生的水平荷载 (Q_2) 的标准值可按表 A.0.6 采用，其作用范围可取为新浇筑混凝土侧压力的有效压头高度 h 之内。

表 A.0.6 混凝土下料产生的水平荷载标准值 (kN/m^2)

下料方式	水平荷载
溜槽、串筒、导管或泵管下料	2
吊车配备容器下料或小车直接倾倒	4

A.0.7 泵送混凝土或不均匀堆载等因素产生的附加水平荷载 (Q_3) 的标准值，可取计算工况下竖向永久荷载标准值的 2%，并作用在模板支架上端水平方向。

A.0.8 风荷载 (Q_4) 的标准值，可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定确定。

附录 B 常用构件规格及截面特征

表 B-1 背楞截面特征

规格 (mm)		截面积 A (cm ²)	惯性矩 I (cm ⁴)	截面抵抗矩 W (cm ³)
矩形 钢管	□60×40×2.5	4.59	22.07	7.36
	□80×40×2.5	5.59	45.10	11.28
	□60×40×3.0	5.41	25.37	8.46
	□80×40×3.0	6.61	52.25	13.06
	□100×50×3.0	8.54	112.12	22.42
轻型	[80×40×3.0	4.50	43.92	10.98
槽钢	[100×50×3.0	5.70	88.52	12.20
内卷边	[80×40×15×3.0	5.08	48.92	12.23
槽钢	[100×50×20×3.0	6.58	100.28	20.06

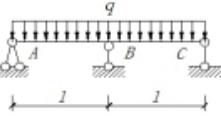
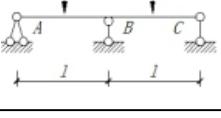
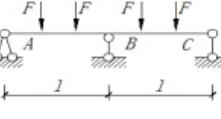
表 B-2 可调钢支柱钢管截面特征

项目	直径(mm)		壁厚 (mm)	截面积 A(cm ²)	惯性矩 I (cm ⁴)	回转半径 r (cm)
	外径	内径				
插管	48	42	3.0	4.24	10.78	1.59
		41	3.5	4.89	12.19	1.58
套管	60	54	3.0	5.37	21.87	2.02
		53	3.5	6.21	24.88	2.00

附录 C 连续梁计算公式

C.1 等跨连续梁

表 C.1-1 二跨等跨连续梁

荷载简图	弯矩系数 κM		剪力系数 κV		挠度系数 κW
	$\kappa 1_{\text{中}}$	$\kappa B_{\text{支}}$	κA	$\kappa B_{\text{左}}$ $\kappa B_{\text{右}}$	
	静载 活载最大 活载最小	0.07 0.096 0.032	-0.125 -0.125 —	0.375 0.437 —	-0.625 0.625 -0.625 0.625 —
	静载 活载最大 活载最小	0.156 0.203 0.047	-0.188 -0.188 —	0.312 0.406 —	-0.688 0.688 -0.688 0.688 —
	静载 活载最大 活载最小	0.222 0.278 0.084	-0.333 -0.333 —	0.667 0.833 —	-1.333 1.333 -1.333 1.333 —

注：1 均布荷载作用下：

$$M = K_M q l^3, \quad V = K_V q l, \quad \omega = K_W q l^4 / 100 EI$$

集中荷载作用下：

$$M = K_M F l, \quad V = K_V F, \quad \omega = K_W F l^3 / 100 EI$$

2 支座反力等于该支座左右截面剪力的绝对值之和。

3 求跨中负弯矩及反挠度时，可查用上表“活载最小”一项的系数，但也要与静载引起的弯矩（或挠度）相结合。

4 求跨中最大正弯矩及最大挠度时，该跨应满布活荷载，相邻跨为空载；求支座最大负弯矩及最大剪力时，该支座相邻

两跨应满布活荷载，即查用上表中“活载最大”一项的系数，并与静载引起的弯矩（剪力或挠度）相组合。

表 C.1-2 三跨等跨连续梁

荷载简图	弯矩系数 κM			剪力系数 κV		挠度系数 κW		
	$\kappa 1_{\text{中}}$	$\kappa 2_{\text{中}}$	$\kappa B_{\text{支}}$	κA	$\kappa B_{\text{左}}$ $\kappa B_{\text{右}}$	$\kappa 1_{\text{中}}$	$\kappa 2_{\text{中}}$	
见图(1)	静载	0.080	0.025	-0.100	0.400	-0.600 0.500 -0.617 0.583 —	0.677	0.052
	活载最大	0.101	0.075	-0.117	0.450	0.990	0.677	
	活载最小	-0.025	-0.050	0.017	—	0.313	-0.625	
见图(2)	静载	0.175	0.100	-0.150	0.350	-0.650 0.500 -0.675 0.625 —	1.146	0.208
	活载最大	0.213	0.175	-0.175	0.425	1.615	1.146	
	活载最小	-0.038	-0.075	0.025	—	-0.469	-0.937	

见图 (3)	静载	0.244	0.067	-0.267	0.733	-1.267 1.000 -1.311 1.222	1.883	0.216
	活载最大	0.289	0.200	-0.311	0.866		2.716	1.833
	活载最小	-0.067	-0.133	0.044	-	-	-0.833	-1.667
图 (1)		图 (2)			图 (3)			

注：1 均布荷载作用下：

$$M = K_M q l^2, \quad V = K_V q l, \quad \varphi = K_\varphi \frac{q l^4}{100 EI},$$

集中荷载作用下：

$$M = K_M F l, \quad V = K_V F, \quad \varphi = K_\varphi \frac{F l^3}{100 EI}.$$

2 支座反力等于该支座左右截面剪力的绝对值之和；

3 求跨中负弯矩及反挠度时，可查用上表“活载最小”一项的系数，但也要与静载引起的弯矩（或挠度）相结合；

4 求跨中最大正弯矩及最大挠度时，该跨应满布活荷载，其余每隔一跨满布活荷载；求某支座最大负弯矩及最大剪力时，该支座相邻两跨应满布活荷载，其余每隔一跨满布活荷载，即查用上表中“活载最大”一项的系数，并与静载引起的弯矩（剪力或挠度）相组合。

表 C. 1-3 四跨等跨连续梁

荷载 简图	弯矩系数 K_M				剪力系数 K_V		挠度系数 K_φ			
	1 中	2 中	B 支	C 支	F A	F B 左 F B 右	F C 左 F C 右	1 中	2 中	
见图 (1)	静载	0.077	0.036	-0.107	-0.071	0.393	-0.607 0.536 -0.620 0.603	-0.464 0.464 -0.571 0.571	0.632	0.186
	活载 最大	0.100	0.098	0.121	-0.107	0.446			0.967	0.660
	活载 最小	-0.023	-0.045	0.013	0.018	-	-	-0.307	-0.558	
见图 (2)	静载	0.169	0.116	-0.161	-0.107	0.339	-0.661 0.554 -0.681 0.654	-0.446 0.446 -0.607 0.607	1.079	0.409
	活载 最大	0.210	0.183	-0.181	-0.161	0.420			1.581	1.121
	活载 最小	-0.040	-0.067	-0.020	0.020	-	-	-0.460	-0.711	
见图 (3)	静载	0.238	0.111	-0.286	-0.191	0.714	-1.286 1.095 -1.321 1.274	-0.905 0.905 -1.190 1.190	1.764	0.573
	活载 最大	0.286	0.222	-0.321	-0.286	0.857			2.657	1.838
	活载 最小	-0.071	-0.119	0.036	0.048	-	-	-0.819	-1.265	
见图 (1)			见图 (2)			见图 (3)				

注：同三跨等跨连续梁。

C.2 不等跨连续梁在均布荷载作用下的弯矩、剪力系数

表 C.2-1 二跨不等跨连续梁

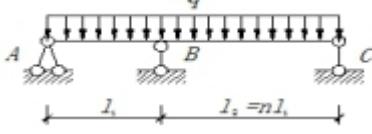
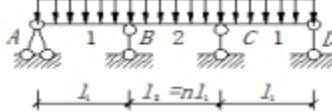
荷载简图				计算公式							
				弯矩 $M = \text{表中系数} \times q l_1^2$ (kN·m)							
静载时				剪力 $V = \text{表中系数} \times q l_1$ (kN)							
n	M_1	M_2	M_B 最大	V_A	$V_{B\text{左最大}}$	$V_{B\text{右最大}}$	V_C	M_1 最大	M_2 最大	V_A 最大	V_C 最大
1.0	0.070	0.070	-0.125	0.375	-0.625	0.625	-0.375	0.096	0.096	0.433	-0.438
1.1	0.065	0.090	-0.139	0.361	-0.639	0.676	-0.424	0.097	0.114	0.440	-0.478
1.2	0.060	0.111	-0.155	0.345	-0.655	0.729	-0.471	0.098	0.134	0.443	-0.518
1.3	0.053	0.133	-0.175	0.326	-0.674	0.784	-0.516	0.099	0.156	0.446	-0.558
1.4	0.047	0.157	-0.195	0.305	-0.695	0.839	-0.561	0.100	0.179	0.443	-0.598
1.5	0.040	0.183	-0.219	0.281	-0.719	0.896	-0.604	0.101	0.203	0.450	-0.638
1.6	0.033	0.209	-0.245	0.255	-0.745	0.953	-0.647	0.102	0.229	0.452	-0.677
1.7	0.026	0.237	-0.274	0.226	-0.774	1.011	-0.689	0.103	0.256	0.454	-0.716
1.8	0.019	0.267	-0.305	0.195	-0.805	1.069	-0.731	0.104	0.285	0.455	-0.755
1.9	0.013	0.298	-0.339	0.161	-0.839	1.128	-0.772	0.104	0.316	0.457	-0.794
2.0	0.008	0.330	-0.375	0.125	-0.875	1.188	-0.813	0.105	0.347	0.458	-0.833
2.25	0.003	0.417	-0.477	0.023	-0.976	1.337	-0.913	0.107	0.433	0.462	-0.930
2.5	—	0.513	-0.594	-0.094	-1.094	1.488	-1.013	0.108	0.527	0.464	-1.027

表 C.2-2 三跨不等跨连续梁

荷载简图				计算公式							
				弯矩=表中系数× $q l_1^2$ (kN·m) 剪力=表中系数× $q l_1$ (kN)							
静载时				活载最不利布置时							
n	M_1	M_2	M_B 支	V_A	$V_{B\text{左}}$	$V_{B\text{右}}$	M_1 最大	M_2 最大	M_B 最大	V_A 最大	V_C 最大
0.4	0.087	-0.063	-0.083	0.417	-0.583	0.200	0.089	0.015	-0.096	0.422	-0.596
0.5	0.088	-0.049	-0.080	0.420	-0.580	0.250	0.092	0.022	-0.095	0.429	-0.595
0.6	0.088	-0.035	-0.080	0.420	-0.580	0.300	0.094	0.031	-0.095	0.434	-0.595
0.7	0.087	-0.021	-0.082	0.413	-0.582	0.350	0.096	0.040	-0.098	0.439	-0.593
0.8	0.086	-0.006	-0.086	0.414	-0.586	0.400	0.098	0.051	-0.102	0.443	-0.602
0.9	0.083	0.010	-0.092	0.408	-0.592	0.450	0.100	0.063	-0.108	0.447	-0.608
1.0	0.080	0.025	-0.100	0.400	-0.600	0.500	0.101	0.075	-0.117	0.450	-0.617
1.1	0.076	0.041	-0.110	0.390	-0.610	0.550	0.103	0.089	-0.127	0.453	-0.627
1.2	0.072	0.058	-0.122	0.378	-0.622	0.600	0.104	0.103	-0.139	0.455	-0.639
1.3	0.066	0.076	-0.136	0.365	-0.636	0.650	0.105	0.118	-0.152	0.458	-0.652
1.4	0.061	0.094	-0.151	0.349	-0.651	0.700	0.106	0.134	-0.168	0.460	-0.668
1.5	0.055	0.113	-0.163	0.332	-0.663	0.750	0.107	0.151	-0.185	0.462	-0.635
1.6	0.049	0.133	-0.187	0.313	-0.687	0.800	0.107	0.169	-0.204	0.463	-0.704
1.7	0.043	0.153	-0.203	0.292	-0.708	0.850	0.108	0.188	-0.224	0.465	-0.724
1.8	0.036	0.174	-0.231	0.269	-0.731	0.900	0.109	0.203	-0.247	0.466	-0.747
1.9	0.030	0.196	-0.255	0.245	-0.755	0.950	0.109	0.229	-0.271	0.468	-0.771
2.0	0.024	0.219	-0.281	0.219	-0.781	1.000	0.110	0.250	-0.297	0.469	-0.797
2.25	0.011	0.279	-0.354	0.146	-0.854	1.125	0.111	0.307	-0.369	0.471	-0.869
2.5	0.002	0.344	-0.433	0.063	-0.938	1.250	0.112	0.370	-0.452	0.474	-0.952

附录 D 抽样方法

本规范规定铝合金模板和配件的检测抽样方法按现行国家标准《计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》GB/T 2828.1 的规定进行随机抽样，铝合金模板和配件样本的抽取，检查合格品的判定应符合如下规定：

D. 0. 1 合格质量水平的规定。铝合金模板和配件的质量检验合格质量水平采用 6.5 荷载及破坏性检测的合格质量水平采用 4.0。

D. 0. 2 检查水平的规定。铝合金模板和配件的质量检查水平采用一般检查水平 I，荷载及破坏性检测的检查水平采用特殊查水平 S-3。

D. 0. 3 检查严格度的确定。铝合金模板与配件质量检验开始应使用正常检查抽样方案，荷载与破坏性检测可使用放宽检查抽样方案。严格度的转移规则应按现行国家标准《逐批检查计数抽样程序及抽样表》GB 2828 执行。

D. 0. 4 抽样方案类型的选择。抽样方案宜采用一次抽样方案，在生产稳定，质量保证体系健全的情况下，为减少检测工作量可采用二次抽样方案。采用二次抽样方案时的检查水平、合格质量水平、抽样方案、严格度以及提交检查批的规定均应与一次抽样方案相同。

D. 0. 5 检查批的提出。铝合金模板和配件的提交检查批，应是由具有基本相同的设计和生产条件下制造的单位产品所组成，提交检查的每一个检查批的数量不得小于 150 件。

D. 0. 6 样本的抽取。样本应从提交的检查批中随机抽取，所抽取样本的大小应按现行国家标准《逐批检查计数抽样程序及抽样表》GB 2828 的规定执行，抽取样本的时间可在批的形成过程中，也可批形成以后。

D. 0. 7 样本的检查。样本单位的质量检验应按本规范表 5.2.8 规定的产品质量标准逐项对样本单位进行检查。

D. 0. 8 逐批检查合格或不合格的判断。样本的合格品判定应按本规范福利 F 的规定执行，样本单位合格品数之和及不合格品数之和即为该检查批的合格判定数与不合格判定数，根据规定数的大小可以判定该检查批的合格或不合格。

D. 0. 9 逐批检查后的处置。对于判为合格后的检查批的接受与不合格后的再次提交检查的处理，应按现行国家标准《逐批检查计数抽样程序及抽样表》GB 2828 的有关规定执行。

附录 E 模板荷载试验方法

E. 0. 1 模板试验采用宽度不小于 300mm 的铝合金模板进行。

E. 0. 2 铝合金模板荷载试验可采用均布荷载或集中荷载进行，当模板支点间距为 900mm，均布荷载为 30KN/m^2 时（相当于集中荷载 $P=10\text{N/mm}$ ）最大挠度不应超过 1.5mm ；均布荷载为 45KN/m^2 时（相当于集中荷载 $P=15\text{N/mm}$ ），应不发生局部破坏或折曲，卸荷后残余变形不超过 0.20mm ，保荷时间应大于 2h ，所有焊点无裂纹或撕裂。荷载试验标准应符合本规范的要求，荷载试验简图如图 1 所示。

E. 0. 3 本荷载试验是检验铝合金模板在正常使用极限状态下的受力与变形特征。

E. 0. 4 本荷载试验应优先采用均布荷载加载，如果试验条件无法满足，应该采用挠度等效原则换算成集中荷载加载。

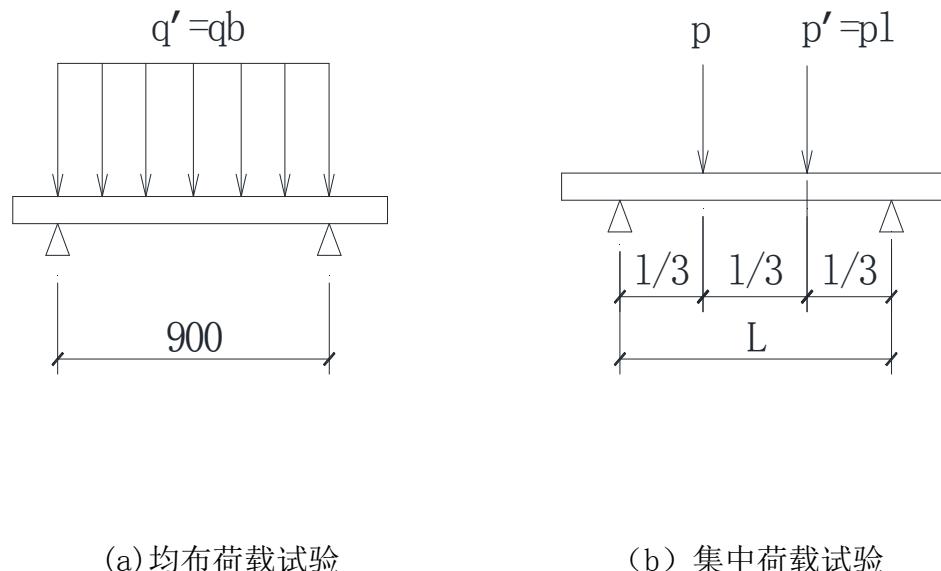


图 1 荷载试验简图

q -均布荷载； p -集中荷载； b -模板宽度； l -模板长度

附录 F 铝合金模板质量检验评定方法

F. 0.1 铝合金模板质量检验评定包括单件检查和拼装检查。符合本标准的质量规定判为合格品，否则为不合格品。

F. 0.2 检查抽样应符合下列规定：

1 抽样数量：每批次产品抽样规格品种不应少于 6 种。从每个规格中抽查 5 块，抽样总数不应少于 30 块，其中模板长度 $L \geq 1100\text{mm}$ 的抽 4 种，转角模板抽 1 种；

2 抽样方法：从成品仓库中或从用户库存产品中随机抽样；

3 抽样基数：每种规格的数量不得少于 100 件。

F. 0.3 评定方法应符合下列规定：

1 检查项目共有 20 项，按项目的重要程度分为主项目和一般项目两种；

2 主要项目抽样检验点合格率应不低于 90%，一般项目抽样检验点合格率应不低于 80%；

3 铝合金模板主要项目的不合格点中有 20% 的检查点超出允许偏差值 1.2 倍时，应另外加倍抽样检验。如加倍抽样检验的结果，仍有 10% 的检查点超出允许偏差值 1.2 倍，则该品种为不合格品；

4 焊缝属于主要项目且必须全部检查。如有夹渣、咬边或气孔等缺陷时，该点按不合格计，如有漏焊、焊穿等缺陷时，该板判为按不合格板。

F. 0.4 铝合金模板荷载试验应符合本规程附录 F 的规定，抽样方法和批合格判定应按本规程附录 D 的要求执行。荷载试验不合格的产品应判定为不合格品。

F. 0.5 检查方法和记分标准应按表 F. 0.5 执行。

表 F. 0.5 铝合金模板质量检测方法和评定标准

序号	检查项目		项目性质	检查点数	检查方法
1	外形尺寸	长度	主要项目	3	检查两端及中间部位
		宽度	主要项目	3	检查两端及中间部位
		对角线差	主要项目	1	检查两对角线的差值
		面板厚度	主要项目	3	检查任意部位
		边框高度	主要项目	3	检查两侧面的两端及中间部位
		边框厚度	一般项目	3	检查两侧面的两端及中间部位
2	销孔	边框及端肋角度	一般项目	3	检查两端及中间部分
		沿板宽度的孔中心距	主要项目	2	检查任意间距的两孔中心距
		沿板长度的孔中心距	主要项目	3	检查任意间距的两孔中心距

续表 F. 0.5 铝合金模板质量检测方法和评定标准

序号	检查项目		项目性质	检查点数	检查方法
2	销孔	板宽度方向端孔与边肋间的间距	一般项目	2	检查两端孔与两边肋的间距
		板长度的端孔中心与端肋的间距	主要项目	2	检查两端孔与两端肋的间距
		孔中心与板面的间距	主要项目	3	检查两端及中间部分
		孔直径	一般项目	3	检查任意孔
3	端肋与边肋的垂直度		主要项目	2	直角尺一侧与板侧边贴紧检查另一边与板端的间隙
4	端肋组装位移		一般项目	3	检查两端及中间部位
5	凸棱直线度		一般项目	2	检查沿板长度方向靠板侧凸棱面测量最大值，两个侧面各取一点
6	板面平面度		主要项目	3	检查沿板面长度方向和对角线部位测量最大值
7	焊缝	按现行国家标准《铝及铝合金的弧焊接头缺欠质量分级指南》GB/T 22087 中 D 级焊缝质量要求执行	一般项目	3	检查任意焊缝
8	阴角模板垂直度		主要项目	3	检查两端及中间部位
9	连接角模垂直度		主要项目	3	检查两端及中间部位

附录 G 铝合金模板早拆审批表

铝合金模板早拆审批表

GD-C4-6235

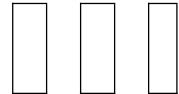
--	--	--

拆模部位			
浇筑时间		申请拆模时间	年 月 日
混凝土设计强度 等级		混凝土实测强度	
混凝土龄期		试验报告编号	
拆模要求	项目技术负责人: 项目负责人:		
监理意见	专业监理工程师: 年 月 日 总监理工程师: 年 月 日		

附录 H 铝合金模板安装工程检验批质量验收记录表

铝合金模板安装工程检验批质量验收记录表

GD-C5-71157



单位(子单位) 工程名称			分部(子分 部)工程名 称		分项工 程名称	
施工单位			项目负责人		检验批 容量	
分包单位			分包单位 项目负责人		检验批 部位	
施工依据				验收依据	《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB50204-2015	
验收项目			设计要求 及 规范规定	最小/实 际 抽样数 量	检查记录	
主控 项目	1	模板支撑、立柱位置和 垫板	第 4.1.2 条 第 4.2.1 条	/		
	2	模板及支架的安装质量	第 4.2.2 条	/		
	3	后浇带模块安装	第 4.2.3 条	/		
	4	土层地基要求	第 4.2.4 条	/		
一般 项目	1	模板安装的一般要求	第 4.2.5 条	/		
	2	隔离剂的品种和涂刷方 法	第 4.2.6 条	/		
	3	模板起拱高度	第 4.2.7 条	/		
	4	现浇结构多层连续支模 规定	第 4.2.8 条	/		
	5	预埋件、 预留孔允 许偏 差	预埋钢板中心线 位置 mm 预埋管、预留孔 中心线位置 mm 插筋	3 3 5 +10, 0	/	

		预埋螺栓	中心线位置 mm	2	/			
			外露长度 mm	+10, 0	/			
		预留洞	中心线位置 mm	10	/			
			尺寸 mm	+10, 0	/			
6	模板安装允许偏差	轴线位置		5	/			
		底模上表面标高 mm		±5	/			
		内部尺寸 mm	基础	±10	/			
			柱、墙、梁	+5, -5	/			
		层高垂直度 mm	不大于 6m	8	/			
			大于 6m	10	/			
		相邻两板表面高低差 mm		2	/			
		表面平整度 mm		5	/			
施工单位 检查结果			专业工长: 项目专业质量检查员: 年 月 日					
监理单位 验收结论			专业监理工程师: 年 月 日					

附录 J 轴心受压构件的稳定系数

J. 0.1 轴心受压构件的稳定系数可根据钢材的牌号按下列表格查得。

表 J-1 Q235 钢轴心受压构件的稳定系数 φ

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.995	0.992	0.989	0.987	0.984	0.981	0.979	0.976
10	0.974	0.971	0.968	0.966	0.963	0.960	0.958	0.955	0.952	0.949
20	0.947	0.944	0.941	0.938	0.936	0.933	0.930	0.927	0.924	0.921
30	0.918	0.915	0.912	0.909	0.906	0.903	0.899	0.896	0.893	0.889
40	0.886	0.882	0.879	0.875	0.872	0.868	0.864	0.861	0.858	0.855
50	0.852	0.849	0.846	0.843	0.839	0.836	0.832	0.829	0.825	0.822
60	0.818	0.814	0.810	0.806	0.802	0.797	0.793	0.789	0.784	0.779
70	0.775	0.770	0.765	0.760	0.755	0.750	0.744	0.739	0.733	0.728
80	0.722	0.716	0.710	0.704	0.698	0.692	0.686	0.680	0.673	0.667
90	0.661	0.654	0.648	0.641	0.634	0.626	0.618	0.611	0.603	0.595
100	0.588	0.580	0.573	0.566	0.558	0.551	0.544	0.537	0.530	0.523
110	0.516	0.509	0.502	0.496	0.489	0.483	0.476	0.470	0.464	0.458
120	0.452	0.446	0.440	0.434	0.428	0.423	0.417	0.412	0.406	0.401
130	0.396	0.391	0.386	0.381	0.376	0.371	0.367	0.362	0.357	0.353
140	0.349	0.344	0.340	0.336	0.332	0.328	0.324	0.320	0.316	0.312
150	0.308	0.305	0.301	0.298	0.294	0.291	0.287	0.284	0.281	0.277
160	0.274	0.271	0.268	0.265	0.262	0.259	0.256	0.253	0.251	0.248
170	0.245	0.243	0.240	0.237	0.235	0.232	0.230	0.227	0.225	0.223
180	0.220	0.218	0.216	0.214	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201
190	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191	0.189	0.188	0.186	0.184	0.182
200	0.180	0.179	0.177	0.175	0.174	0.172	0.171	0.169	0.167	0.166
210	0.164	0.163	0.161	0.160	0.159	0.157	0.156	0.154	0.153	0.152
220	0.150	0.149	0.148	0.146	0.145	0.144	0.143	0.141	0.140	0.139
230	0.138	0.137	0.136	0.135	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128
240	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.118
250	0.117	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 J-2 Q345 钢轴心受压构件的稳定系数 φ

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.994	0.991	0.988	0.985	0.982	0.979	0.976	0.973
10	0.971	0.968	0.965	0.962	0.959	0.956	0.952	0.949	0.946	0.943
20	0.940	0.937	0.934	0.930	0.927	0.924	0.920	0.917	0.913	0.909
30	0.906	0.902	0.898	0.894	0.890	0.886	0.882	0.878	0.874	0.870
40	0.867	0.864	0.860	0.857	0.853	0.849	0.845	0.841	0.837	0.833
50	0.829	0.824	0.819	0.815	0.810	0.805	0.800	0.794	0.789	0.783
60	0.777	0.771	0.765	0.759	0.752	0.746	0.739	0.732	0.725	0.718
70	0.710	0.703	0.695	0.688	0.680	0.672	0.664	0.656	0.648	0.640
80	0.632	0.623	0.615	0.607	0.599	0.591	0.583	0.574	0.566	0.558
90	0.550	0.542	0.535	0.527	0.519	0.512	0.504	0.497	0.489	0.482
100	0.475	0.467	0.460	0.452	0.445	0.738	0.431	0.424	0.418	0.411
110	0.405	0.398	0.392	0.386	0.380	0.375	0.369	0.363	0.358	0.352
120	0.347	0.342	0.337	0.332	0.327	0.322	0.318	0.313	0.309	0.304
130	0.300	0.296	0.292	0.288	0.284	0.280	0.276	0.272	0.269	0.265
140	0.261	0.258	0.255	0.251	0.248	0.245	0.242	0.238	0.235	0.232
150	0.229	0.227	0.224	0.221	0.218	0.216	0.213	0.210	0.208	0.205
160	0.203	0.201	0.198	0.196	0.194	0.191	0.189	0.187	0.185	0.183
170	0.181	0.179	0.177	0.175	0.173	0.171	0.169	0.167	0.165	0.163
180	0.162	0.160	0.158	0.157	0.155	0.153	0.152	0.150	0.149	0.147

续表 J-2 Q345 钢轴心受压构件的稳定系数 φ

190	0.146	0.144	0.143	0.141	0.140	0.138	0.137	0.136	0.134	0.133
200	0.132	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.124	0.123	0.122	0.121
220	0.109	0.108	0.107	0.106	0.106	0.105	0.104	0.103	0.101	0.101
230	0.100	0.099	0.098	0.098	0.097	0.096	0.095	0.094	0.094	0.093
240	0.092	0.091	0.091	0.090	0.089	0.088	0.088	0.087	0.086	0.086
250	0.085	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：本表取自《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018

附录 K 建筑铝合金模板工程工厂拼装验收明细表

建筑铝合金模板工程工厂拼装验收明细表一						
模板及配件产品质量检验验收						
序号	项目	标准	验收方式	检验器具	执行情况	结果
1	平面模板	长度公差 1.5mm	抽检	卷尺		
		宽度公差 1.0mm		游标卡尺		
		平面度公差 1.5mm		靠尺, 塞尺		
2	阴角模板	90 度公差 1°	抽检	角度尺		
3	焊接质量	无漏焊, 焊穿, 无焊接裂纹, 夹渣现象		目测		
4	直角背楞	90 度直角公差不超过±1°		角度尺		
		直线度 1.5/m		靠尺, 塞尺		
5	直线背楞	直线度 1.5/m	抽检	靠尺, 塞尺		
6	表面喷涂质量	无掉粉, 漏粉, 喷粉厚 8um		目测, 测厚表		
验收意见:(需方抽查并签署意见)						
			签名:		日期:	

建筑铝合金模板工程工厂拼装验收明细表二							
模板整体拼装质量验收							
序号	项目	标准	验收方式	检验器具	执行情况	结果	
1	模板拼装准确性	与配板图一致，内外墙板区分，沉降位置区分	抽检	配板图			
2	模板拼合框内结构尺寸	符合建施终审图纸要求	全检	皮尺,卷尺			
			抽检	皮尺,卷尺			
3	墙柱截面尺寸	符合尺寸公差要求 (项目施工质量标准)	全检	卷尺			
			抽检	卷尺			
4	墙柱垂直度	拼装时放宽					
5	墙柱平面度	拼装时放宽	抽检	靠尺,塞尺			
6	梁截面尺寸	符合尺寸公差要求 (项目施工质量标准)	全检	卷尺			
			抽检	卷尺			
7	模板间拼缝	≤3mm	抽检	目测,卡尺			
8	相邻两模板平面高低差	≤1.5mm	抽检	卡尺			
9	楼面对角线公差	≤4mm	抽检	卷尺			
10	模板零散度	1、楼面平均每平米不大于3张	抽检	目测			
		2、梁配模平均每平米不大于3张	抽检	目测			
		3、墙柱配模平均每平米不大于2张	抽检	目测			
验收意见:(需方抽查并签署意见)							
签名: 日期:							

建筑铝合金模板工程工厂拼装验收明细表三						
支撑及加固的可靠性与模板系统的完整性验收						
支撑及加固的可靠性验收						
序号	项目	标准	验收方式	检验器具	执行情况	结果
1	支撑间距	梁支撑不大于 1.2m 楼面支撑不大于 1.2m	抽检	卷尺		
2	背楞布局加固	横向间距不大于 800mm 纵向间距不大于 900mm	抽检	卷尺		
		最上一道标准配套低于梁底，客户增加的不限	抽检	目测		
3	飘台板加固	飘台加固架间距不大于 1200mm	抽检	卷尺		
4	外梁加固	穿墙螺杆间距不大于 1200mm	抽检	卷尺		
5	外墙柱 k 板螺丝	k 板螺丝间距≤800mm	抽检	卷尺		
6	工具式支撑位置	竖向加在最上一道标准配套背楞上	抽检	卷尺		
		横向间距不大于 2000 mm 且单面墙不少于 2 个	抽检	卷尺		
模板系统的完整性验收						
序号	项目	标准	验收方式	检验器具	执行情况	结果
1	标准层模板	各处无漏装模板和明显结构缝隙	全检	目测		
2	局部变化层	局部每变化一层配置一层模板，材料完整	全检	目测		
3	楼面特殊结构模板及配件附件	烟道口，送料口，放线口具备无遗漏	全检	目测		
4	悬挑位置模板	按悬挑设置方案拼装	全检	对照配模图		
5	外墙柱 K 板配置	按二层配置，二层拼装，各处无漏装模板	全检	目测		

6	梁底早拆支撑模板	按三层配置，一层拼装，发货配套	抽检	目测孔洞，节点位置		
7	楼面早拆头	按三层配置，一层拼装，发货配套	抽检	目测孔洞，节点位置		
8	沉降处加固角钢(40*4 角钢,含开孔)	按单层配置，各处无漏装	全检	目测		
9	销钉销片(销钉50MM长)	12套/平方米模板面积(按标准层单层)，安装时满	抽检	点数		
10	穿墙螺杆(含垫圈，螺母，丝杆)或对拉片	按三层配置(第四层付费选配)，局部拼装	全检	目测孔洞		
11	单支顶	按三层配置(第四层付费选配)，一层拼装，发货配套	抽检	目测孔洞，节点位置		
12	背楞	按约定配置，底及最上标准道拼装，发货配套	抽检	目测		
13	外墙工具式支撑	按单层配置，局部拼装	抽检	目测		
14	内墙工具式支撑	按单层配置，局部拼装	抽检	目测		
15	飘板支撑与加固	支撑为钢管可调底座三层配置(第四层付费选配)，局部拼装	抽检	目测		
		单层配置加固，各处无漏装	全检	目测		
16	直径25mmPP管及配套柠檬头	按单层配置，不拼装				
17	预埋胶管	按单层配置，不拼装				
18	K板预埋件	按单层配置，不拼装				
19	支拆模板专用工具、测量工具、平台等	施工方自备				

验收意见：(需方抽查并签署意见)

签名： 日期：

建筑铝合金模板工程工厂拼装验收明细表四			
编号、拆模及包装方案确认			
在拼装好的实物上分区按需编号		确认结果	
		需方执行	
拆模及包装			
序号	验收项目	标准或要求	确认结果
1	墙、柱模板	按墙柱模板区号及柱号集中包装 并包装编号	供方执行，需方监督
2	梁模板	按梁区号及梁号集中包装并包装编号	
3	楼面模板	按楼面区号及楼面号集中包装并包装编 号	
4	背楞、铁箱	集中包装并包装编号	
5	单支顶	集中包装	
6	另两层梁底晚拆及楼 面晚拆件	集中包装并包装编号	
7	穿墙螺杆或对拉片	集中包装并包装编号	
8	螺丝、销钉销片	分类集中包装并包装编号	
备注： 1. 施工方如有拆卸、包装方案，铝模厂拆卸、包装按施工方要求执行。 如没有提出相关要求，铝模厂将按以上方案执行。 2. 要求施工方现场监督拆卸、包装，如无现场监督将视同默认。 3. 住宅类宜按照户型分区			
验收意见：（需方抽查并签署意见）			
签名： 日期：			

附录 L 建筑铝合金模板工序检查记录表

工程名称:		标段:
栋号:		楼层(标高):
施工 现场 准备	<input type="checkbox"/> 楼层轴线标注在混凝土表面 监理验收合格签发《楼层放线验收记录表》编号 () <input type="checkbox"/> 墙柱边线及其控制线标注在楼板混凝土表面 <input type="checkbox"/> 施工缝剔凿, 清洗干净(特别是柱墙接头) <input type="checkbox"/> 柱墙钢筋绑扎验收	注: 现场准备不合格, 监理单位应不允许施工单位进入模板安装施工。
施工 过程 检查	柱剪力墙封模前检查结合清洁情况 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 定位筋的布置是否符合设计要求 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 模板安装是否按方案编号顺序进行安装 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 子弹销规格和数量是否符合设计方案 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注: 按设计方案满布置 立杆布置符合设计方案要求 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注: 立杆按设计方案满撑, 不能减少数量 墙、柱加固龙骨、对拉螺杆符合设计方案要求 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 工具式支撑数量以及着力点符合设计方案要求 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 钢丝绳斜拉符合设计方案要求 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 外墙起步板的安装方式是否符合设计方案 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 模板垂直度、平整度、截面尺寸 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注: 全数检查 顶模板水平度公差 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 注: 全数检查, 误差按 10mm 以内控制 模板表面高低差, 拼缝检查 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格	不合格项, 已于 _____ _____ _____ 要求重新处理。 <input type="checkbox"/> 整改: 施工方已回复通知单, 并已确认整改完成。 注: 相邻模板高低差不大于 2mm, 模板拼缝不大于 2mm, 要求全数检查。
混凝土浇筑过程检查		模板表面清扫干净 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 柱墙模板底口设封边条、砂浆封堵 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格

本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应该这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应按…执行”或“应符合…要求或规定”。

引用标准名录

- 1 《铝及铝合金焊丝》 GB 10858;
- 2 《钢管脚手架扣件》 GB 15831;
- 3 《建筑结构荷载规范》 GB 50009;
- 4 《钢结构设计规范》 GB 50017;
- 5 《混凝土工程施工质量验收规范》 GB 50204;
- 6 《铝合金结构设计标准》 GB 50249;
- 7 《铝合金工程施工质量验收规范》 GB 50576;
- 8 《混凝土工程施工规范》 GB 50666;
- 9 《建筑施工安全技术统一规范》 GB 50870;
- 10 《建筑模数协调统一标准》 GBJ 2;
- 11 《碳素结构钢》 GB/T 700;
- 12 《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
- 13 《计数抽样检验程序》 GB/T 2828;
- 14 《碳钢焊条》 GB/T 5117;
- 15 《铝合金建筑型材》 GB/T 5237
- 16 《低压流体输送用焊接钢管》 GB/T 3092;
- 17 《变形铝及铝合金化学成分》 GB/T 3190;
- 18 《直缝电焊钢管》 GB/T 13793;
- 19 《铝合金压铸件》 GB/T 15144;
- 20 《厂房建筑模数协调标准》 GB/T 50006;
- 21 《住宅建筑模数协调标准》 GB/T 50100;
- 22 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 23 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ 162;
- 24 《组合铝合金模板工程技术规程》 JGJ 386
- 25 《铝合金模板》 JGT 522。

深圳市工程建设标准

**建筑工程铝合金模板
技术应用规程**

SJG 72—2020

条文说明

目 次

1 总则.....	90
2 术语和符号.....	91
3 材料与零部件.....	92
3.1 铝合金材料.....	92
3.2 钢材.....	92
3.5 零部件.....	92
4 设计.....	97
4.1 一般规定.....	97
4.2 建筑结构.....	98
4.3 荷载与变形.....	98
4.4 铝合金模板设计.....	98
4.5 铝合金模板工程设计.....	99
4.6 节点设计.....	99
5 制作与运输.....	106
5.2 制作基本要求.....	106
6 安装与拆除.....	107
6.1 一般规定.....	107
6.2 安装.....	107
6.3 拆除.....	109
6.4 安全措施.....	109
7 检查与验收.....	111
7.1 一般规定.....	111
7.2 材料检查与验收.....	111
7.3 模板检测与验收.....	111
7.5 工厂拼装验收.....	111
7.6 现场拼装验收.....	111
8 保养与维修.....	113
8.1 保养与保管.....	113
8.2 维修.....	113
9 回收与报废.....	114
9.1 回收.....	114
9.2 报废.....	114

1 总 则

1.0.1 混凝土施工用模板材料的选用，总体原则是采用资源可再生的材料，减轻模板自重，降低作业工人的劳动强度，减少建筑垃圾。铝合金自身优越的品质使其成为理想的模板材料之一，将大规格、高强度铝合金挤压型材应用于组合铝合金模板，对改革施工工艺，促进技术进步，提高工程质量，降低工程全寿命周期费用等都有较大作用，也符合模板体系向轻质、高强、耐用与工具化发展的趋势，因而在国内外得到了广泛的应用。

为了大力推广新型材料与技术，促进模板工程施工专业化，切实加强产品质量监督和管理，特制定本规程。

1.0.2 本规程主要适用于标准层基本上完全一致的一般民用建筑，工业建筑、市政建筑或其它工程的混凝土现浇结构工程宜参照本规程的相应条款执行。

2 术语和符号

2.1.4 转角模板包括楼板阴角模板、梁底阴角模板[分得过细，应只描述共性]、梁侧阴角模板、阴角转角模板、墙柱阴角模板及阳角模板等。

2.1.9 工具式支撑作为组合铝合金模板的重要组成部分，当其垂直状态时，用于承受结构自重、模板系统自重和施工荷载；当其倾斜状态时，用于承受侧向荷载及调节模板垂直度。工具式支撑其材质有钢质和铝质，目前市场上多采用钢质工具式支撑。

在工具式支撑或其它支模架的顶端，利用与龙骨连接的晚拆头的特殊构造，在确保建筑水平结构安全的前提下，充分利用混凝土的早期强度，达到将部分先行拆除，即构成了早拆模板体系。

3 材料与零部件

3.1 铝合金材料

3.1.3 铝合金材料同其它材料（除不锈钢外）连接、接触和紧固时，由于铝合金中铝成分的特性容易在一般条件下同相接触的其它材料发生电化腐蚀等化学反应，对与木材、纤维板、混凝土等容易吸水和渗水的材料相接触的铝合金模板进行表面防腐绝缘处理尤其必要，因此，可采用阳极氧化、液体有机涂层、粉末涂层等作为绝缘屏障，保护结合表面不受腐蚀，涂层的有关测试标准和质量检验应按相关标准执行。

提高铝合金模板表面硬度有利于增加其循环使用次数，因此，提出铝合金模板型材与混凝土接触面硬度的具体要求。

3.1.6 铝合金结构所用的材料一般采用 5XXX 系列、6XXX 和 7XXX 系列铝合金，铝合金模板一般采用 6XXX 系可热处理可强化挤压铝合金，6XXX 系属于以镁和硅为主要合金元素并以 Mg_2Si 相为强化相的铝合金，比较常用的有 6063、6063A、6005、6060、6061、6082 等，其中 6061、6082 镁和硅含量更高，具有较高的机械性能，目前国内铝合金模板采用 6061T6 较多，而 6082T6 较 6061T6 机械性能更高一些，因而在世界发达地区也得到了广泛应用。

目前国家标准中还没有 6082T6 铝合金型材的强度设计值，《铝合金结构设计规范》GB 50429 中规定铝合金材料的抗力分项系数在抗拉、抗压和抗弯情况下取 1.2，在计算局部强度时取 1.3，表 3.1.5-2 铝合金材料的强度设计值中 6082T6 的抗拉、抗压和抗弯设计值按《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T 6892 中的抗拉强度标准值除以 1.3 的材料分项系数求得，其它数值按 6061T6 取值。

3.2 钢材

3.2.2 低合金钢管在物理力学性能上均明显优于普通碳管，发达国家的模板脚手架行业钢管材质普遍采用 Q345，目前国内许多企业也已采用 Q345 钢管，因此在本规程中予以优先采用，在使用中应对钢板和钢管的壁厚严格控制，杜绝改制材料加工的构、配件。

3.2.3 不得使用有严重锈蚀、弯曲、压扁及裂纹的钢管。

3.5 零部件

3.5.1 组合铝合金模板常用构造示意图如图 1-18。（凸棱）

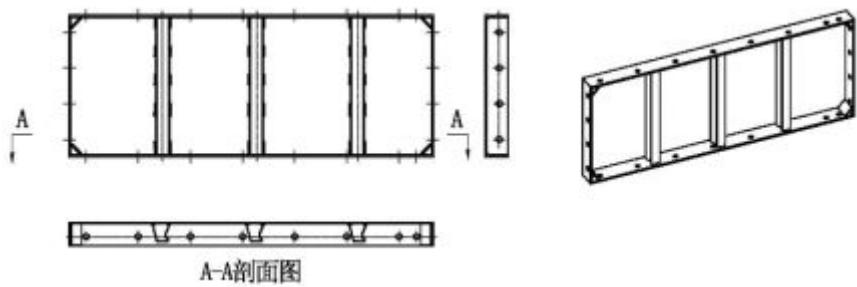
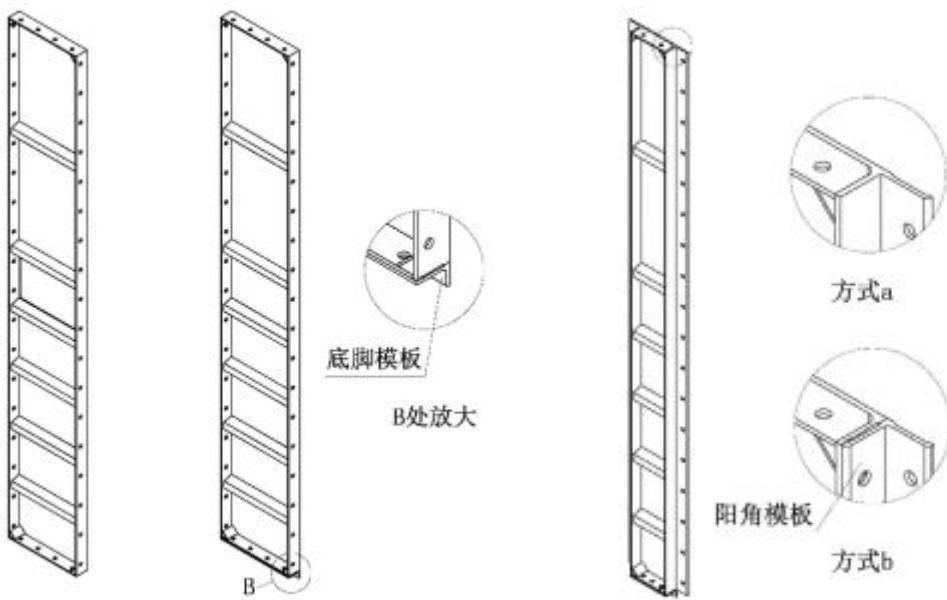


图 1 楼面及梁侧模板



(a) 外墙柱模板 (b) 内墙柱模板

图 2 墙柱模板

图 3 墙端模板

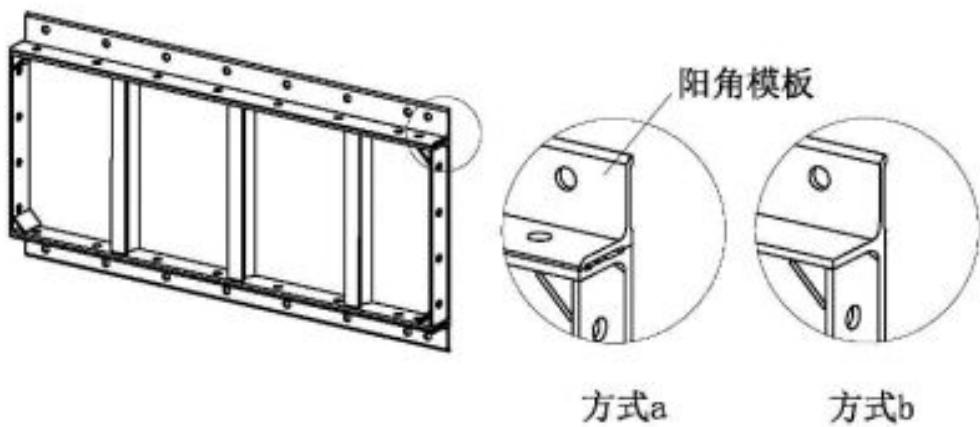


图 4 梁底模板

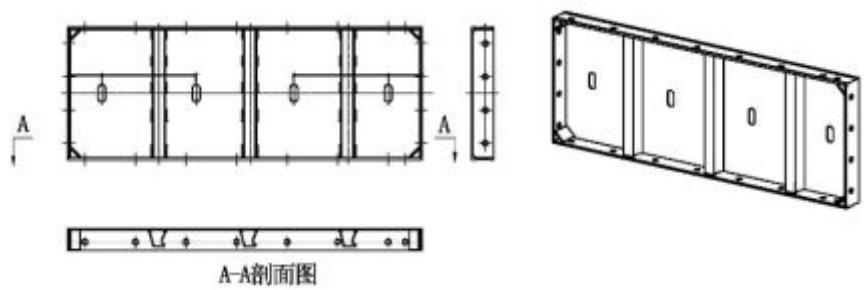


图 5 承接模板

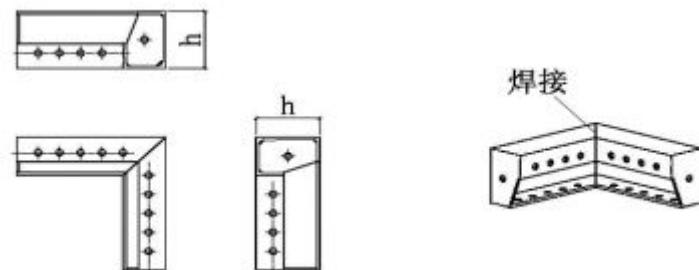


图 6 阴角转角模板

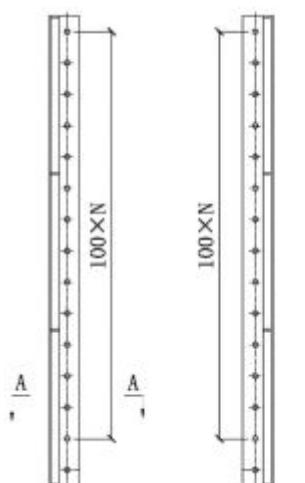


图 7 墙柱阴角模板

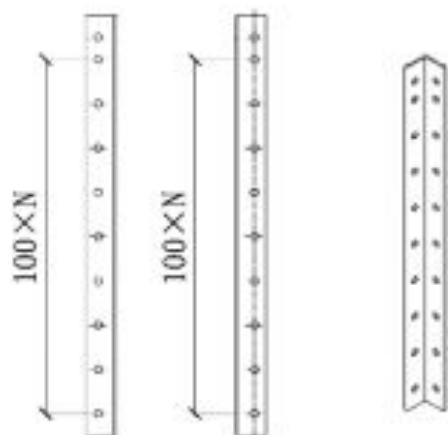
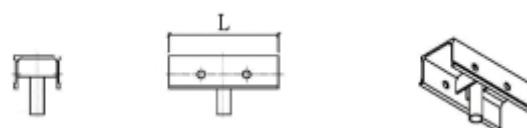
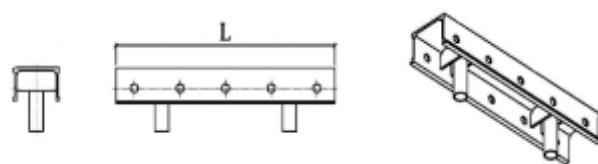


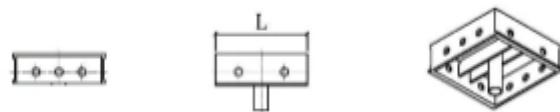
图 8 阳角模板



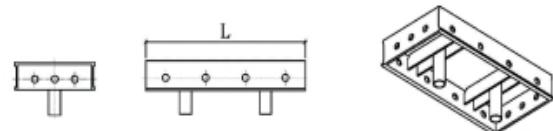
(a) 单向单管



(b) 单向双管



(c) 双向单管

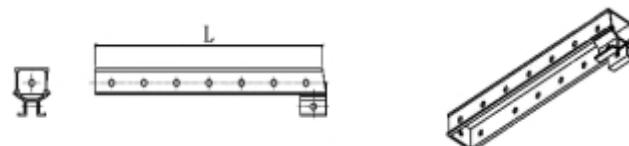


(d) 双向双管

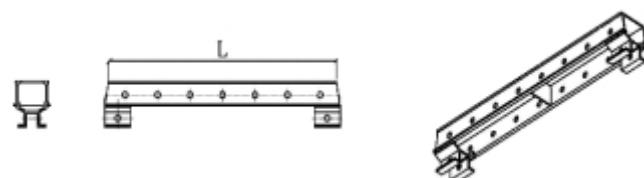
图 9 梁底晚拆头



图 10 板底晚拆头



(a) 单头龙骨



(b) 双头龙骨

图 11 龙骨



图 12 快拆锁条

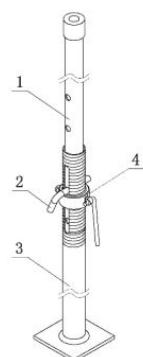


图 13 可调钢支撑

1-插管；2-插销；3-套管；4-调节螺母

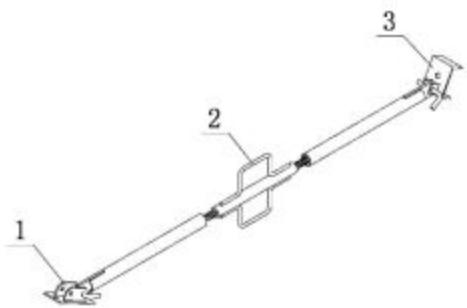


图 14 工具式支撑（斜向使用）
1-连接耳片；2-调节手柄；3-连接码

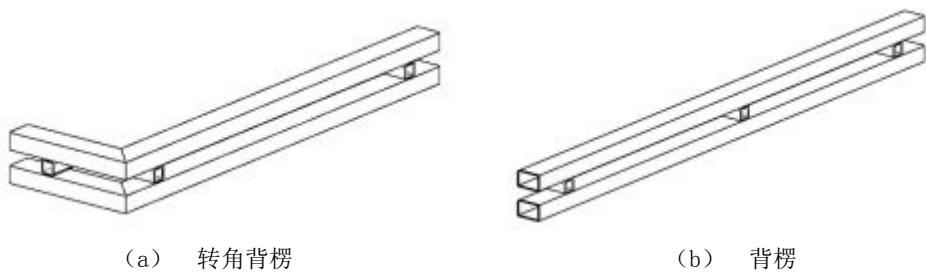


图 15 背楞

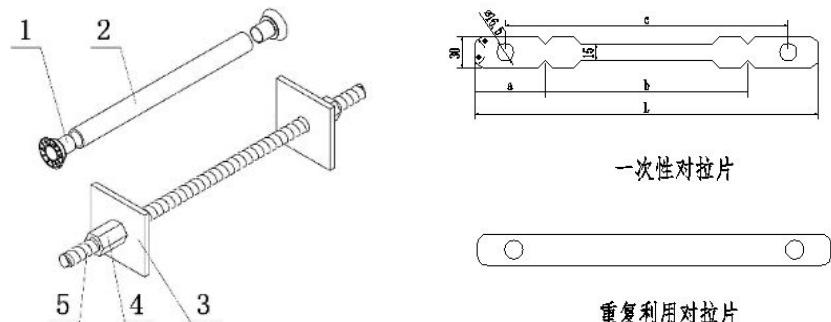


图 16 对拉螺杆和对拉片组
1-胶杯；2-胶管；3-垫片；4-螺母；5-对拉螺杆



图 17 销钉组

图 18 可拆锚栓组
1-螺栓；2-垫片；3-可拆锚栓

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 和《钢结构设计标准》GB 50017 中采用极限状态的计算方法,因此本规程也一致采用概率极限状态设计原则和分项系数表达的计算方法。

4.1.7 铝合金弹性模量小,局部稳定问题突出。若限制受压板件的宽厚比,保证构件整体破坏前不发生局部屈曲,即不利用板件屈曲后强度,则受压板件应满足较小的宽厚比限值(约为钢板件宽厚比的1/2),设计出的截面不很经济。因此本规范容许利用受压板件的屈曲后强度,并按有效截面法考虑局部屈曲对构件整体承载力的影响,以便更好地发挥材料性能,满足使用要求。

4.1.9 铝合金模板配套使用的支架形式一般是工具式支撑。工具式支撑的临界力与上、下两端的支承条件关系甚为密切,高度降低时其承载力也会增加,但最大承载力不会超过连接插管与套管的插销的承压能力。根据目前的工程经验,支撑高度不超过3.3m的剪力墙结构和框架—剪力墙结构可采用工具式支撑;支撑高度超过3.3m,应用于纯框架结构、施工荷载有特殊要求时,应对支架进行专项设计,确保支撑体系的整体受力和稳定性,并采取措施保证柱、墙等竖向构件模板的整体性及板、梁等水平构件模板在楼板平面内传力的可靠性,以及对架体薄弱部位进行构造加强。

4.2 主体设计构造要求

4.2 由于组合铝合金模板行业的现状是先由设计单位完成建筑物的全部图纸后临近实施施工前,施工单位或专业公司才会介入模板工程,导致建筑物局部结构或尺寸与组合铝合金模板的要求不相协调,从而拖延工期、增加建造成本。为了改变现有局面,我们建议设计单位在设计时,应充分考虑组合铝合金模板工程,使之互相协调,从而更好地促进组合铝合金模板的应用。

4.2.4 在工程实际应用中,我们发现有些密闭空间尺寸过小,使得铝合金模板很难拆除。根据工程经验,我们总结出来得出如下结论:梁与墙或柱在楼面底面形成的多边形平面空间,其平面边长不应小于400mm。

4.3 荷载与变形

4.3.1 通过对已应用组合铝合金模板进行全面统计，每平方米混凝土接触面积的模板重量为 $24\text{kg} \sim 25\text{kg}$ ，为了安全起见，因此在计算时模板自重标准值取 $0.28\text{kN}/\text{m}^2$ 偏安全。

4.3.3 本条引用了《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB51210-2016第3.2.1节内容规定，其中永久荷载分项系数和可变荷载分项系数根据《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012第3.2.4条规定，分别直接选取为1.35和1.4。

4.3.7 本条文参考行业标准《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162-2008第4.4.2条对组合钢模板结构及其零部件容许变形值的相关规定，并结合组合铝合金模板的实际情况确定。

4.4 铝合金模板设计

4.4.2 本条引用《铝合金结构设计规范》GB 50429相关条文。主型材截面设计时常在面板上设置加劲肋，考虑到中间加劲肋由于剪力滞后而不能充分发挥作用，为确保安全，采用本条规定。

4.4.3 材料力学理论采用了平截面假定计算梁截面的抗弯承载力。对于主型材弯曲时难以满足平截面假定的情况，应采取设置加劲肋等构造措施控制结构变形，保证计算结果与实际情况尽可能接近。分析面板由加劲肋所形成的板区格的强度和变形时，其四边支承形式可按下列规定：肋位于组合铝合金模板悬臂端为简支边，其它为固定边。铝合金模板的强度和变形，也可通过试验确定。

4.4.11 本条参照了《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162给出的相关计算公式。工具式支撑计算长度与其整体构造有关，顶端铝合金面板具有一定的刚度，可为其提供侧向支撑，从而提高其稳定承载力。《组合钢模板技术规范》GB/T 50214中钢支柱荷载试验及质量检验方法中规定：试件长度3400mm，抗压强度试验时，采用刀形支座测试，承受荷载不应小于17kN，采用平面支座测试，承受荷载不应小于38kN；组合铝合金模板所用的工具式支撑的实际受力情况接近平面支撑，说明其实际承载力比计算时所采用的两端铰接的计算模型具有较高的富余。

采用工具式支撑时，宜综合考虑组合铝合金模板的实际受力情况，验算其承载力及稳定性，也可参考工程经验或通过试验确定。

4.4.13 本条引用了《组合铝合金模板工程技术规程》JGJ 386-2016的第4.5.6条相关规定。

4.5 铝合金模板工程设计

4.5.1 配模就是在施工设计中对模板、连接件、支撑结构等进行布置，形成模板排列图、连接件和支撑件布置图，以及细部结构、异形模板和特殊部位详图。

4.5.2-1 重叠长度是保证工具式支撑整体刚度的重要项目，本规程参考了欧洲规范《Adjustable Telescopic Steel Prop》EN1065，规定重叠长度应大于300mm，如果插管重叠长度不足，在施工安装时很可能造成安全事故。重叠长度可按下列方法检查：用游标卡尺测量套管顶边至插销槽上口的距离，再测量插管最下面的孔上边缘至插管底部的距离，两者相加，共测2点。

4.5.1-2 标记示例：(条纹)某总承包单位的某项目的3#楼A区墙板的第一块编码：Z3Q3AW1，其中Z3表示“某总承包单位”，Q3表示“某项目3#楼”，A表示“A分区”，W表示“安装部位为墙”，1表“第一块墙板”。

4.5.2-4 工程中常见对拉螺杆间距为不大于800mm，这是根据目前绝大多数的模板公司的型材情况和现有的工程经验总结出来的，但实际上随着行业技术的发展和新材料的出现，模板型材差异化越来越明显，因此只要满足结构受力要求，出具详细的力学计算书或试验依据，对拉螺杆间距是可以放大的，放大后，对拉螺杆数量减少，降低了工人劳动强度，提升了施工效率。

4.6 节点设计

4.6.2 目前常用的滴水线型材及安装方式如下图19，图20示：

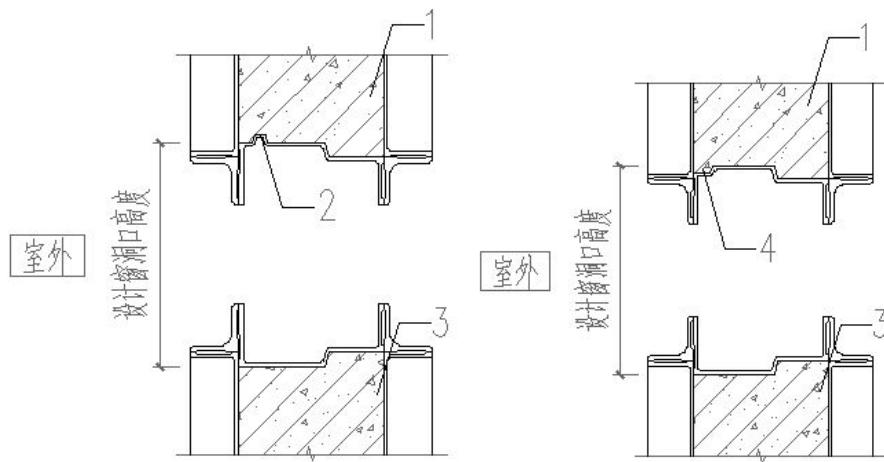


图19 滴水线凹口示意图

1-混凝土；2-滴水线槽；3-混凝土；4-鹰嘴

4.6.3 防水企口是指在满足铝窗安装条件下，在外墙内侧上下左右设置混凝土企口，起到

结构防水的作用（上下部防水企口大样详图 20）：

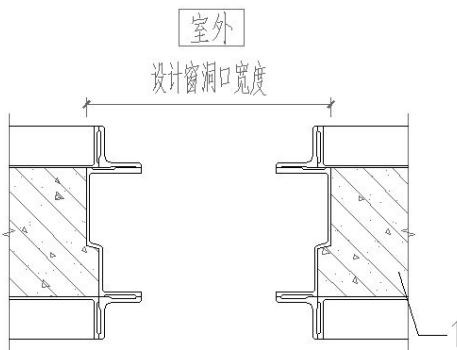


图 20 铝窗左右两侧企口大样

1-混凝土

4.6.4 为满足防开裂要求，内隔墙与砌体交接位置应采用抹灰措施，对应交接位置设置工艺

企口：

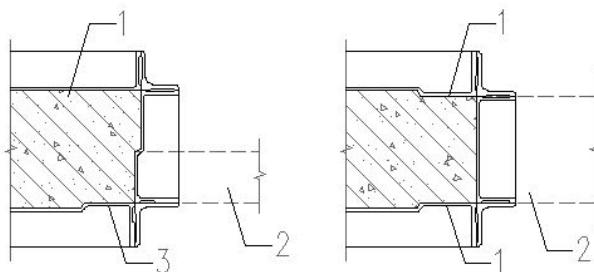


图 21 砌体类内隔墙企口大样-A

1-混凝土； 2-砌体内隔墙； 3-企口

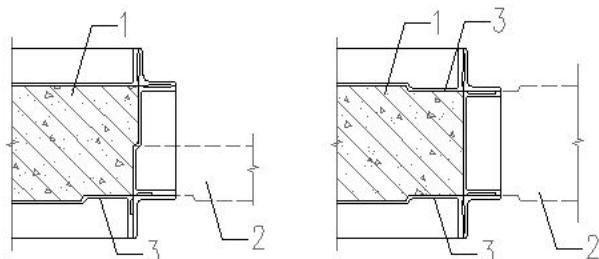


图 22 预制墙板企口大样-B

1-混凝土； 2-预制墙板； 3-槽口

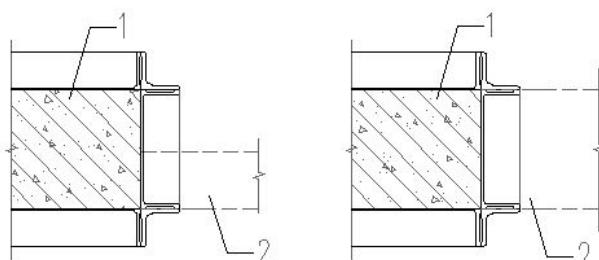


图 23 高精度砌体企口大样-C

1-混凝土； 2-高精度砌体； 3-槽口

4.6.5 铝合金模板与预制构件交接处做法如下图示：

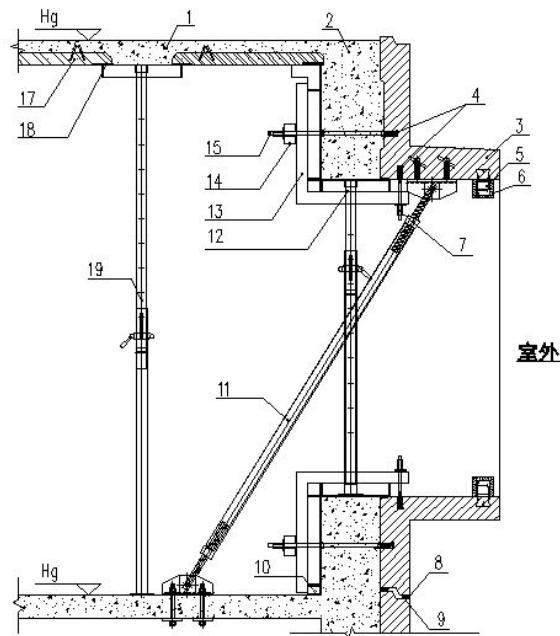


图 24 凸窗 PC 与铝模安装立面节点大样（一）

1-现浇楼板；2-现浇梁；3-凸窗 PC；4-预留铝模连接套筒；5-窗框；6-窗框夹板保护；7-铝模与 PC 连接孔；
8-防水胶；9-防漏浆 PE 棒；10-下脚铝；11-PC 支撑；12-拆头；13-转角背楞；14-横向背楞；15-对拉螺杆；
16-铝模板；17-叠合楼板；18-槽口；19-工具式支撑

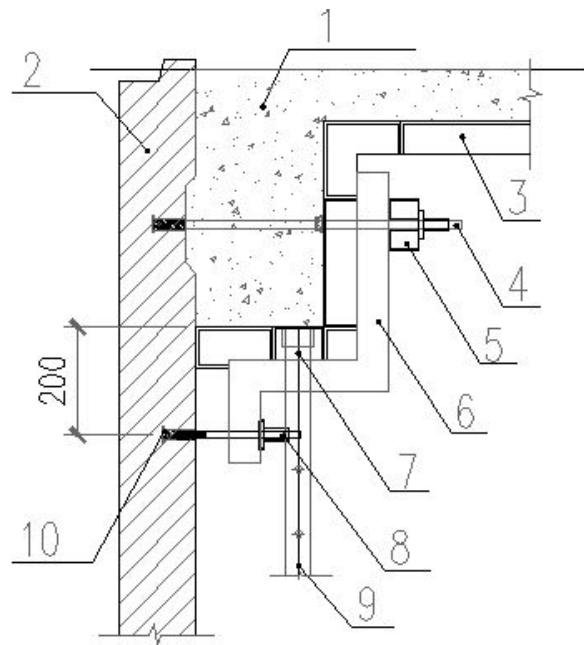


图 25 凸窗 PC 与铝模安装立面大样（二）

1-现浇梁；2-凸窗 PC；3-铝模板；4-对拉螺杆；5-横向背楞；6-异形背楞；7-拆头；
8-铝模与 PC 连接孔；9-工具式支撑；10-预留铝模连接套筒

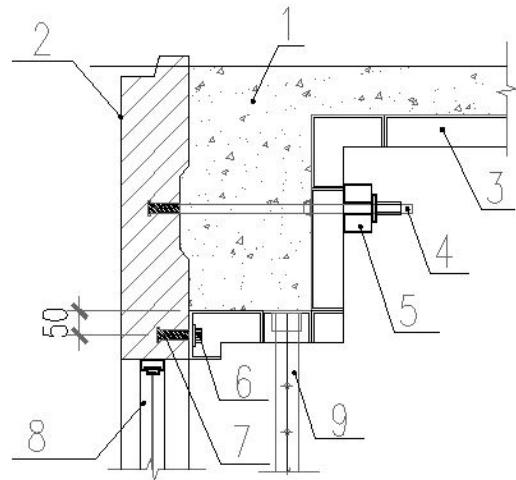


图 26 凸窗 PC 与铝模安装立面大样 (三)

1-现浇梁；2-凸窗 PC；3-铝模板；4-对拉螺杆；5-横向背楞；6-螺栓连接；
7-预留铝模连接套筒；8-窗洞；9-工具式支撑

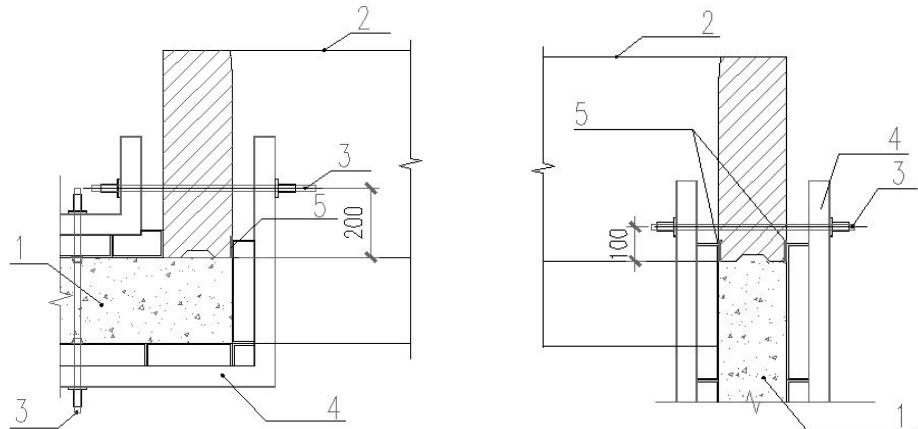


图 27 凸窗 PC 与铝模安装平面大样 (一)

1-现浇剪力墙；2-凸窗 PC；3-对拉螺杆；4-横向背楞；5-槽口

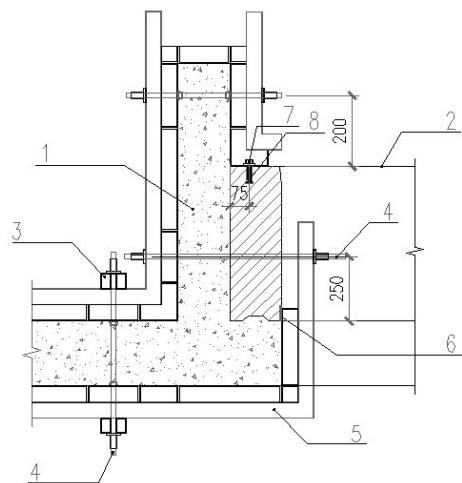


图 28 凸窗 PC 与铝模安装平面大样 (二)

1-现浇剪力墙；2-凸窗 PC；3-竖向背楞；4-对拉螺杆；5-横向背楞；6-槽口；
7-螺栓连接；8-预留铝模连接套筒

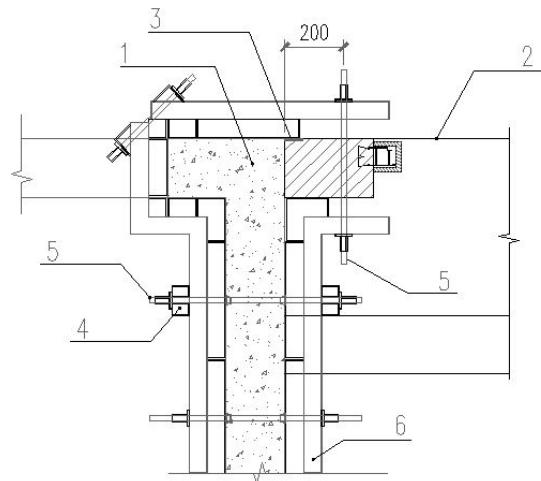


图 29 凸窗 PC 与铝模安装平面大样 (三)

1-现浇剪力墙; 2-凸窗 PC; 3-槽口; 4-竖向背楞; 5-对拉螺杆; 6-横向背楞;

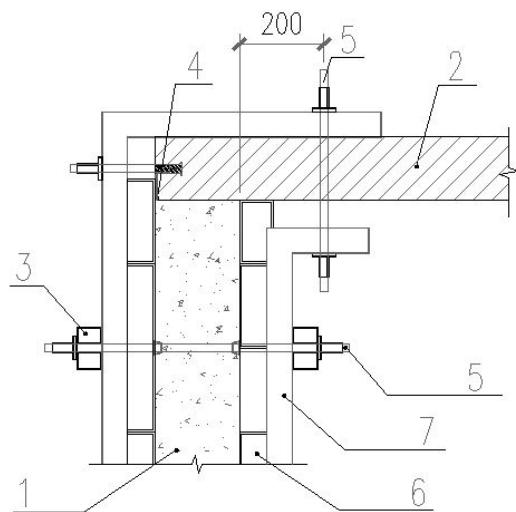


图 30 凸窗 PC 与铝模安装平面大样 (四)

1-现浇墙柱; 2-外墙 PC; 3-竖向背楞; 4-槽口; 5-对拉螺杆; 6-垫片; 7-横向背楞; 8-铝模板

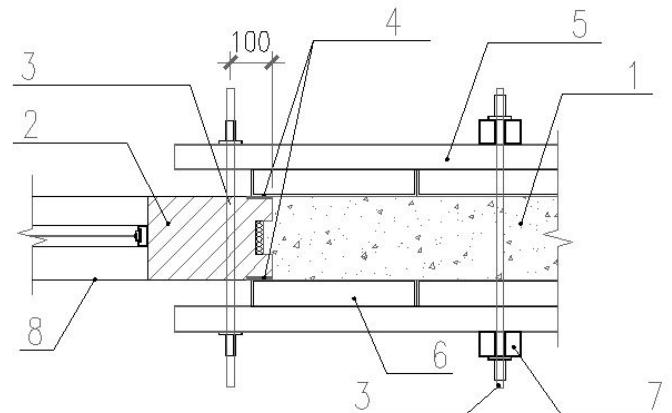


图 31 凸窗 PC 与铝模安装平面大样 (五)

1-现浇墙柱; 2-外墙 PC; 3-对拉螺杆; 4-槽口; 5-横向背楞; 6-铝模板; 7-竖向背楞; 8-窗洞

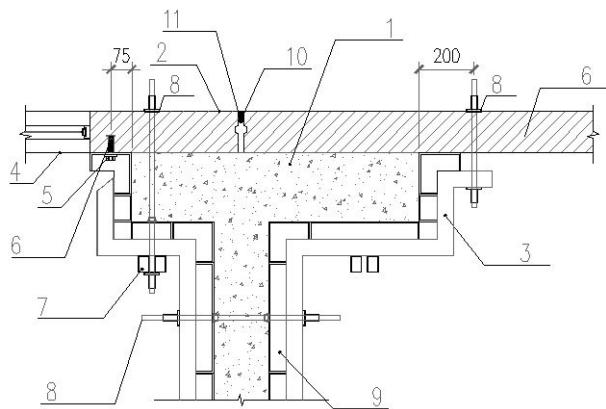


图 32 凸窗 PC 与铝模安装平面大样 (六)

1-现浇墙柱；2-预制外墙；3-横向背楞；4-窗洞；5-螺栓连接；6-预留铝模连接套筒；
7-竖向背楞；8-对拉螺杆；9-铝模板；10-防水胶；11-PE 棒

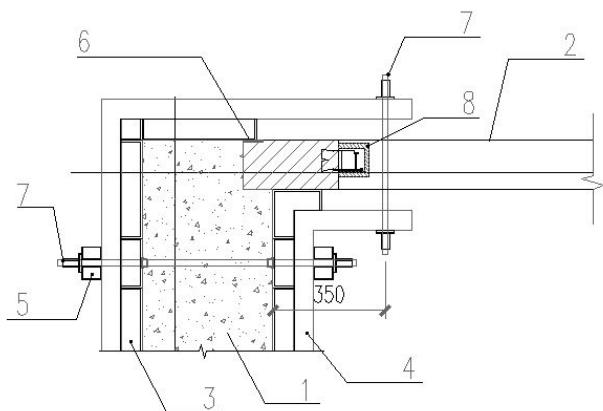


图 33 凸窗 PC 与铝模安装平面大样 (七)

1-现浇墙柱；2-外墙 PC；3-铝模板；4-横向背楞；5-竖向背楞；6-槽口；
7-对拉螺杆；8-窗框夹板保护

4.6.6 叠合楼板支撑项目铝模企口及支撑间距宜符合如图要求：

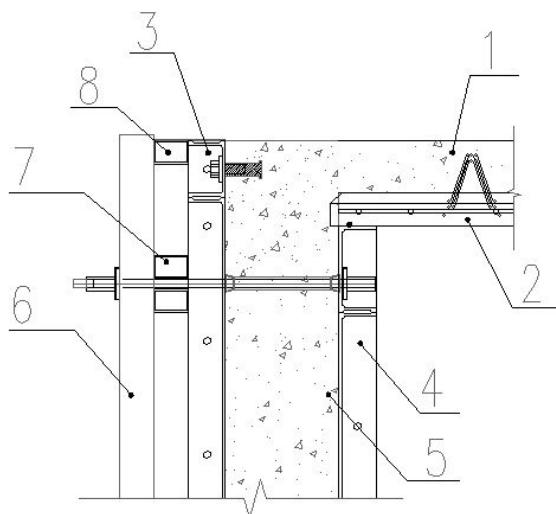


图 34 叠合楼板铝模安装剖面图 (一)

1-现浇楼板；2-叠合楼板；3-承接模板；4-铝模板；5-现浇剪力墙；6-竖向背楞；
7-横向背楞；8-单背楞

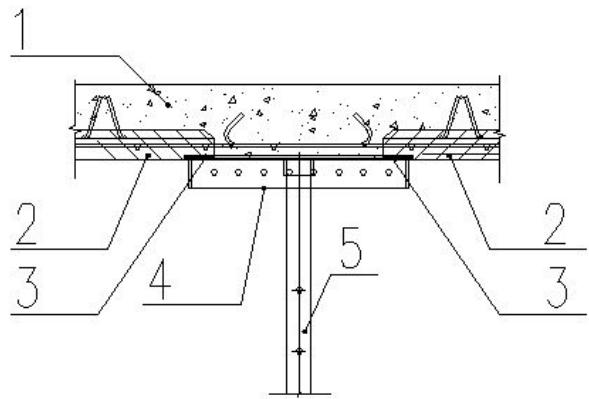


图 35 叠合楼板铝模安装剖面图（二）

1-现浇楼板；2-叠合楼板；3-槽口；4-铝模板；5-钢支顶

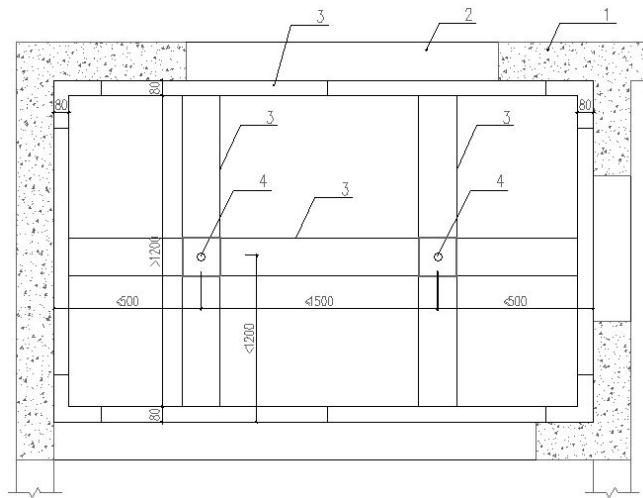


图 36 叠合楼板与铝模安装平面图（一）

1-现浇剪力墙；2-现浇梁；3-铝模板；4-铝模拆头

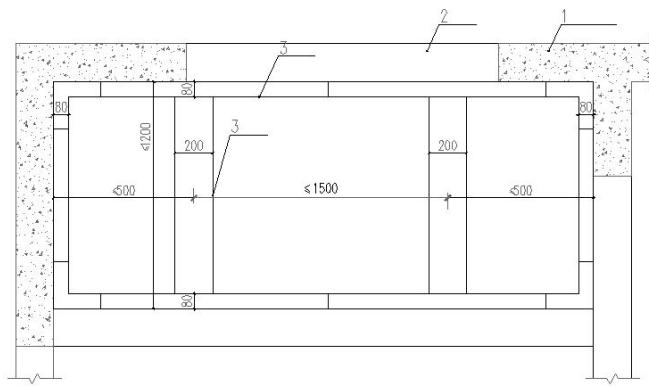


图 37 叠合楼板与铝模安装平面图（二）

1-现浇剪力墙；2-现浇梁；3-铝模板

5 制作与运输

5.2 制作基本要求

5.2.1 综合考虑铝合金型材挤压技术、铝合金模板重复使用要求以及提高铝合金模板刚度的需要，并对工程中已应用铝合金模板进行统计，规定了主型材壁厚及宽厚比要求。

5.2.2 本条文中挤压铝合金型材尺寸偏差内容按《铝及铝合金挤压型材尺寸偏差》GB/T 14846 规定的偏差项目给出。

6 安装与拆除

6.1 一般规定

6.1.2 由于目前铝合模板工程很多施工单位并没有从设计到施工全链条的技术能力，而铝合金模板的设计又是由专业的技术人员进行定型化的排模设计，模板的制作则是工厂化的生产，而现场采用组合式的拼装施工，为了保证施工的进度及施工质量，宜由专业公司来实施完成。

6.1.3 铝合金模板工程在安装以前应由工程施工的技术负责人向施工班组按施工组织设计的内容进行技术交底，模板施工交底一般包含以下内容；

- 1 项目的基本数据：层高、变化情况、混凝土展开面积、变化层情况等；
- 2 项目难点：设计难点、施工要点、特殊部位设计意图及变化层安装注意事项等；
- 3 模板标识：各部位模板（如墙模、板模）如何识别，模板长度尺寸如何读取等；
- 4 其它需注意事项。

6.1.5 测量放线除了需要按照标准的墙柱定位图及结构图放线定位外，还需一并放出铝合金模板深化后的出构造墙，构造柱等定位线。由于混凝土浇筑顺序、浇筑速度以及浇筑高度等都直接影响混凝土的侧压力，因此，为抵抗混凝土的侧压力应考虑以上的因素来设置支撑的数量及间距。

6.1.6 混凝土水平构件从混凝土浇筑、振捣密实、构件成型达到第一次拆模混凝土强度条件和构件达到设计强度全过程时的竖向支撑，并在第一次拆模时，不改变保留支撑原状的一种空间支架。

6.2 安装

6.2.1 安装准备

2 模板的安装底面，事先应做好找平工作，对铝合金模板的顺利安装关系极大，铝合金模板的刚度大，如底面的定位措施不可靠对模板的合缝和调整都会带来困难，曾考虑用细石混凝土做定位，因这样做太复杂，所以本规范只提出底面应平整坚实并采取可靠的定位措施。

6 在铝合金模板表面涂抹脱模剂是为了提高混凝土观感质量。脱模剂涂刷应均匀一致，不宜过厚，无漏刷挂流现象。脱模剂需要成膜时间快、抗冲击、不腐蚀模板和混凝土、耐雨水冲刷、脱模效果优良、环保无毒、对人体无害。涂抹脱模机前，应先清理模板，清理模板时要防止损坏模板及其表面。

6.2.2 安装作业

1 当前铝合金模板施工，有不少施工单位用采用钢筋替代可调钢支撑的插销，用木枋代替背楞，存在安全隐患，应禁止这种行为，要求严格按照配模设计施工；

铝合金模板施工流程一般为：放墙柱位线→标高抄平→安装墙柱模板→安装背楞→检查垂直度及平整度→安装梁模板→安装楼面模板→检查楼面平整度及复核墙柱垂直度和平整度→移交绑扎梁板钢筋→混凝土浇筑。施工前应先制定详细的施工方案，施工过程中应严格按施工方案执行；

5 按当前国内铝合金模板施工做法，内墙柱模板并不直接与下层混凝土楼板接触，一般预留有5.00mm~8.00mm空隙，在空隙处垫木方或用素水泥砂浆堵缝。因此在安装内墙柱模板时，如果底部定位和找水平等措施不稳固可靠，对模板的拼接和调整就会带来困难，同时也易引起混凝土底部漏浆烂根，影响混凝土整体成形质量；安装墙柱模板时，模板内除水泥条和螺杆套管以外，宜在距地面10~15cm位置焊接定位钢筋，用于控制钢筋保护层的厚度；

7 本规定主要考虑的是楼板安装前，墙、柱模板都处于竖向悬挑状态，为了保证安全，应先安装龙骨及墙柱工具式支撑，以增加墙柱模板的稳定性。工具式支撑宜在铝合金模板墙板设置上下两个支撑点位，以便调模及稳定可靠。

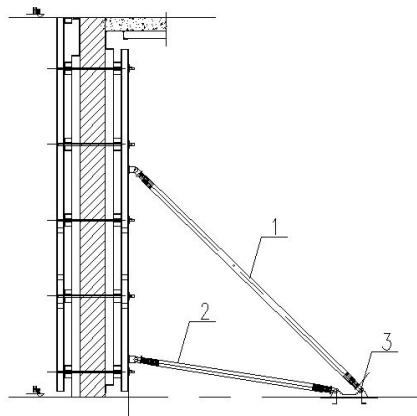


图 38 工具式支撑杆组成示意图
1-长撑杆；2-短撑杆；3-工具式支撑底座

12 在铝合金模板体系中，荷载由多层立杆支撑及结构层共同承担，当上下层立杆错位时，楼层受到的冲切荷载将显著增加，将会给早龄期混凝土带来很大的损伤。因此，在施工中要尽量确保上下层立杆保持在同一条垂直线上；

13 当主墙面背楞出现断口时，宜设置C型连接扣件连接及穿孔。

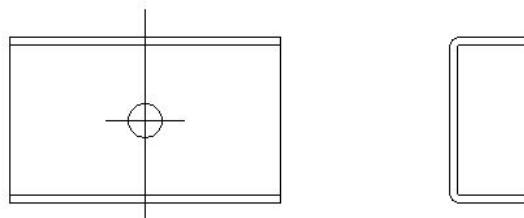


图 39 背楞连接件

6.3 拆除

6.3.1 铝合金早拆模板技术是一种新型的“快拆体系”。所谓“快拆体系”就是当某一层浇筑的混凝土达到一定强度时，在保证施工安全的前提下，除保留的立杆及早拆支撑头外，同步将楞骨、模板等拆除并从传料口运到上一层，保留的立杆必须是稳定体。基本原理就是在施工阶段把结构跨度人为的划小，降低其内力，使模板能够早拆，而结构的安全度又不受影响，以达到模板早拆应有的经济效益及社会效益。这种快拆体系，不但保证了混凝土的正常受力需要还突破了传统的模板使用习惯，大大加大了模板使用的效率，加快施工进度。

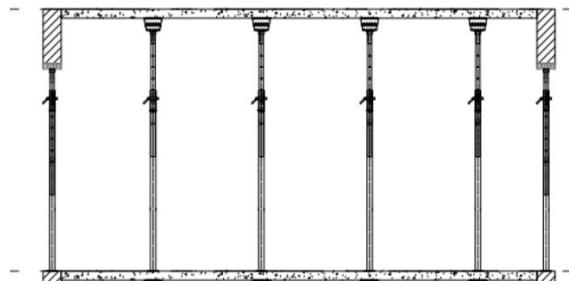


图 40 模板拆除后支撑图

为配合“早拆体系”安全稳定性，一般铝合金模板悬挑部分结构配备 4 套支撑体系，梁构件配备 3 套支撑体系，板构件配备 3 套支撑体系。《北京市早拆施工技术规程》DB 11-694 规定拆模时的混凝土强度不低于 10MPa，常温施工的情况下不少于三天时可以拆模。

6.4 安全措施

6.4.1 专项方案编制审批应符合住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》的要求。搭设高度 8m 及以上、搭设跨度 18m 及以上，施工荷载 15kN/m² 及以上，集中线荷载 20kN/m 及以上的模板工程需专家论证。当层高大于 3.3m 时，可增加水平杆以满足稳定性的要求，如图 41 所示；当层高 3.3m < h < 4.5m 时也可采取增加支撑的管径以满足稳定性要求如图 41 所示。

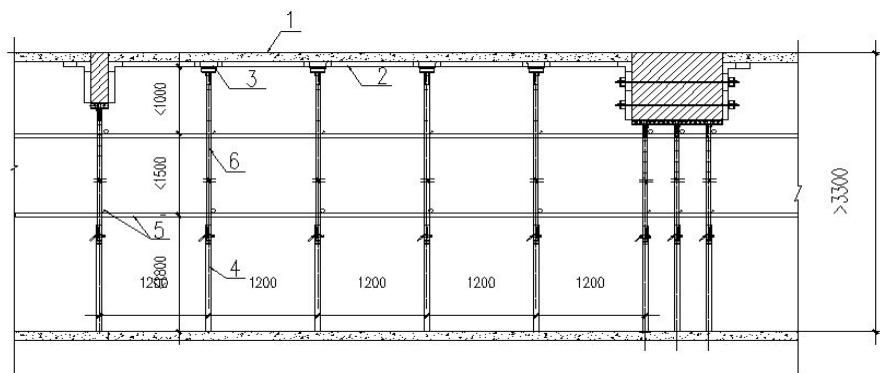


图 41 支撑大样图一

注：图中尺寸单位为 mm

1-楼板；2-楼板模板；3-楼板拆头；4-工具式支撑大管 89×3.0
2-5-工具式支撑中管 $\phi 60 \times 3.0$ 6-工具式支撑小管 $\phi 48 \times 3.0$

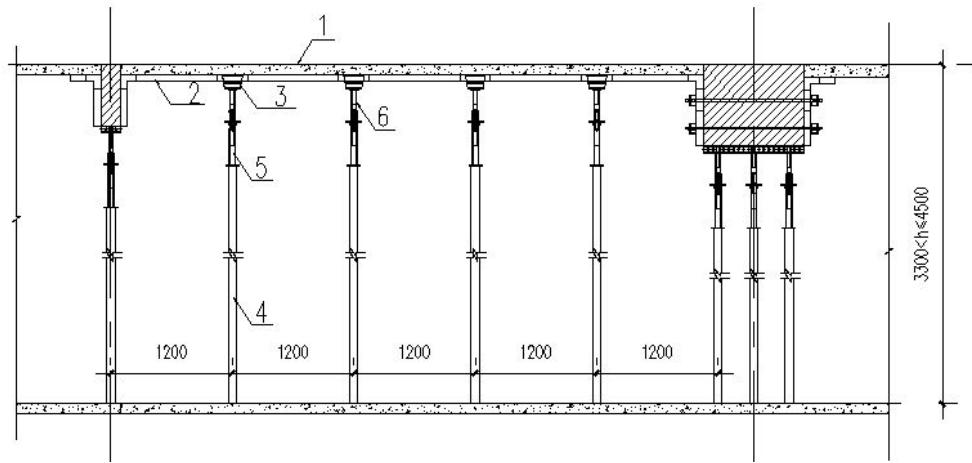


图 42 支撑大样图二

注：图中尺寸单位为 mm

1-楼板；2-楼板模板；3-楼板拆头；4-工具式支撑大管 $\phi 60 \times 3.0$ ，
5-水平杆 6-工具式支撑小管 $\phi 48 \times 3.0$

6.4.4 本条明确了施工过程中重点检查的内容，从关键点控制上保证支架的安全，检查时间应做好相关记录，并由责任人签名，分清责任。

6.4.5 本条规定了有预制构件工具式支撑及预埋件不允许随意拆除，避免发生失稳，发生安全事故。

6.4.7 本条规定了模板支架使用期间，不允许随意拆除，避免发生失稳，发生安全事故。

6.4.11 若遇到特殊情况必须停止作业的，已经搭设完成的竖向模板需要把背楞，对拉螺杆全部紧固完成，梁，板位置的模板必须支撑到位，销钉必须安装要求紧固到位，未安装的模板需要码放整齐，做好防倾覆，滑落措施，必要时可采用网绳及防水布覆盖，严格检查堆场模板与临边，洞口位置的距离，然后封闭现场。

7 检查与验收

7.1 一般规定

7.1.2 本条规定在施工单位自检合格后，由建设单位组织相关方进行联合验收，主要是验证模板与图纸的一致性，以及模板的误差、制作质量等是否满足相关规范的要求。

7.1.4 预制构件安装的偏差如超出规范的要求，直接影响到模板与预制构件交接部分的咬合、产生较大的空隙，导致漏浆，也对竖向构件的垂直度产生或平整度产生影响，因此预制构件安装完成后，模板安装前应对预制构件进行预制。

7.1.5 本规定是对模板的工序进行控制，以保证混凝土成型的质量以及施工过程的安全控制。

7.2 材料检查与验收

7.2.1 本规定主要是针对原材料的进厂进行检查，保证质量证明文件与原材料对应，确保进厂的材料满足《铝合金模板》JG/T 522 的要求。

7.3 模板检测与验收

7.3.3 主要参考了《铝合金模板》JG/T 522 试验方法中的制作质量检验项目及检验方法。

7.5 工厂拼装验收

7.5.1 本规定主要是对工厂拼装时，应把所有的模板、零部件按图纸进行全方位的拼装，以保证产品进入施工现场时的完整性，确保施工现场模板的安装有序进行。

7.6 现场拼装验收

7.6.1 铝合金模板的安装质量直接影响到混凝土的成型质量，模板安装完成后，应按本章要求进行检查和验收。

本规范中，凡规定全数检查的项目，通常均采用观察检查的方法，但对观察难以判定的部位，应辅以测量检查。凡规定抽样检查的项目，应在全数观察的基础上，对重要部位和观察难以判定的部位进行抽样检查。抽样检查的数量通常采用“双控”的方法，即在此比例抽

样的同时，还限定了检查的最小数量。

7.6.4 现浇混凝土结构的模板及其支架安装时，上下层支架的立柱应对准，以利于混凝土自重和施工荷载的传力，这是保证施工安全和质量的有效措施。

7.6.5 脱模剂沾污钢筋和混凝土接槎处可能对混凝土结构受力性能造成明显的不利影响，故应避免。

7.6.6 铝合金模板系统中主要采用可调钢支撑，其规格、数量、间距直接影响到工程安全和质量，应严格按照设计方案布置。

7.6.7 销钉、背楞和对拉螺杆的检查包括间距、数量、是否按要求锁紧；定位撑条的检查包括数量、设置的位置是否正确、是否顶紧到位。工具式支撑的检查包括数量是否符合要求、预埋螺栓是否扭紧等。这些项目的检查不需使用仪器辅助，需全数检查。

7.6.11 对预埋件的外露长度，只允许有正偏差，不允许有负偏差；对预留洞内部尺寸，只允许大，不允许小。在允许偏差表中，不允许的偏差都以“0”来表示。

7.6.12 表 7.6.11 中模板安装允许偏差的数值是按拆模后混凝土成型质量不抹灰的标准确定的。拆模后混凝土不抹灰可以减少建筑垃圾，符合国家绿色施工的政策要求。当工程要求抹灰时，可以对表中数据适当放松。当工程要求达到清水混凝土效果时，需满足现行国家标准《清水混凝土应用技术规程》JGJ 169 的相关要求。轴线位置定位的准确性对后期模板安装质量、混凝土成型质量的影响非常用大。工程经验表明，铝模工程一般要求轴线偏差 2.00mm 以内。本规程在现行国家标准《混凝土工程施工质量验收规范》GB 50204 的基础上，考虑铝合金模板工程的实际应用情况，将将轴线位置偏差定为 3.00mm。

7.6.13 整体式结构模板安装的质量检查标准如下：

1 扣件规格与对拉螺杆、背楞的配套和紧固情况的检查包括间距、数量、是否按要求锁紧；定位撑条的检查包括数量、设置的位置是否正确、是否顶紧到位；工具式支撑的检查包括数量是否符合要求、预埋螺栓是否扭紧等。这些项目的检查不需使用仪器辅助，需全数检查；

2 对拉螺杆、对拉片、钢楞与支柱的间距直接影响到工程安全和质量，应严格按照设计方案布置；

3 对预埋件的外露长度，只允许有正偏差，不允许有负偏差；对预留洞内部尺寸，只允许大，不允许小。

7.6.14 本条对模板工程验收时应具备的文件只作了原则的规定，有关的表格形式由各单位

自行规定。

8 保养与维修

8.1 保养与保管

8.1.1 模板及零部件在使用过程中，由于各种因素的影响，出现不符合质量要求的情况，导致拆模后混凝土质量将达不到工程要求，因此每次作业完成后应及时清理、清洗，或返厂修复。

8.1.2 模板及零部件宜放在室内会敞篷内，不宜直接码放在地面上。模板应垫离地面100mm，方便吊装与转运。

8.1.3 钢支撑堆放场地不平整时应整平，堆放较高时，应有防倾倒措施，防止倾倒出现意外事故。

8.1.4 入库保存的配件，应是经过维修保养合格的，并应分类存放，小件应点数装袋，件应整数成垛，以便清仓查库。

8.2 维修

8.2.1 本条主要是参照《铝合金模板》JG/T 5227 铝合金模板及配件修复标准。

8.2.2 本条主要是参照《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 质量检验评定标准。

9 回收与报废

9.1 回收

9.1.1 本规定主要是对施工现场工程已完工，或在使用过程中模板变形后达不到要求的模板需进行回收，因此对施工现场要回厂的模板进行作了回收检验规定，以满足回厂进行修复后模板能循环使用，

9.2 报废

9.2.1 模板制作厂家应建立起模板的报废审批手续，对已确认报废的模板若回炉重铸，则原材料检验标准应与新材料保持一致。