

高原干燥地区大型木模板施工技术

龙腾波

云南虹森建筑工程有限公司，云南昆明，650217；

摘要:在建筑行业高速发展背景下，工程进度与混凝土施工质量管控要求持续提升，大型木模板施工技术凭借其高效性与质量优势，在高层建筑主体结构施工中得到广泛应用。云南地处高原干燥地区，气候条件对模板施工工艺提出特殊要求。本文结合云南互联网科技产业园一期科研区项目、云南艺术学院文华学院呈贡校区扩建项目（二期）工程等工程实践，系统阐述大型木模板施工的结构体系、关键技术要点、质量控制标准及安全管理措施，分析高原干燥环境下木模板施工的适应性与优化策略，为同类工程提供技术参考与实践借鉴。

关键词: 高原干燥地区；大型木模板；施工技术

DOI: 10.69979/3029-2727.25.08.014

1 大型木模板施工的结构体系与工程适配性分析

1.1 内外墙全现浇体系的技术优势

内外墙全现浇体系是大型木模板施工的核心应用场景，适用于 14 层以上框架剪力墙结构高层建筑。该体系通过将外墙模板预制为定型化大尺寸模板（单块模板尺寸通常为 2.9m×3.6m，对应标准层高与墙宽），实现以下技术优势：

•**成本优化:**减少传统散拼模板的现场切割损耗（木材损耗率从 15%降至 5%以下），降低模板周转次数（单

套模板可周转 50 次以上），综合成本较传统工艺降低 12%-15%。

•**质量提升:**工厂化加工确保模板尺寸精度（误差≤2mm），现场机械化吊装避免人为拼装误差，混凝土成型后阴阳角顺直度偏差≤3mm，墙面平整度误差≤4mm，满足清水混凝土施工要求。

•**进度保障:**单栋楼标准层施工周期可控制在 5-6 天/层，较传统散拼工艺缩短 2-3 天/层，尤其适用于工期紧张的大型项目。

1.2 典型工程应用案例对比

项目名称	结构形式	模板体系	气候特征	关键技术措施	实施效果
云南互联网科技产业园	框架剪力墙（19 层）	木胶合板大模板	年降水量 850mm，平均湿度 70%	模板背肋加密（间距 400mm），脱模剂采用耐干燥型甲基硅树脂	混凝土实测合格率 92%，工期提前 15 天
云南艺术学院文华学院呈贡校区扩建项目（二期）工程	框架剪力墙（14 层）	松木胶合板大模板	年降水量 750mm，平均湿度 68%	模板拼缝采用企口连接+密封胶条，增设水平支撑间距 300mm	墙面渗漏率 0.3%，垂直度偏差≤5mm

1.3 高原干燥地区适配性设计

针对干燥环境下木材易开裂、变形的问题，模板选材与构造设计采取以下措施：

•**材料优选:**采用含水率≤12%的松木或桉木胶合板，表面覆涂酚醛树脂膜（厚度≥0.8mm），提高抗干裂性能。

•**结构加强:**背肋采用 50mm×100mm 松木方（间距≤400mm），边缘增设 L 型角钢包边（厚度 5mm），减少吊装过程中边角破损。

•**防潮处理:**模板存放场地搭设高 1.5m 架空防潮层，

表面涂刷水性防潮涂料（每 2 个月复涂一次），避免长期干燥导致板材收缩。

2 大型木模板工程施工关键技术要点

2.1 高精度测量放线工艺

2.1.1 控制网布设原则

•**基准点设置:**每栋建筑设置 4 个永久性基准控制点（采用混凝土桩埋深 1.2m，顶部安装不锈钢标志），间距≥50m，形成闭合导线网，精度满足一级导线标准（测角中误差±5"，边长相对中误差 1/30000）。

•标高传递：利用 DSZ2 型自动安平水准仪（精度±1.5mm/km），将±0.000 标高引测至首层剪力墙根部，每 3 层采用全站仪复核一次，累计误差控制在±3mm 以内。

2.1.2 轴线与控制线放样

•轴线测设：采用 Leica TS09 全站仪（测角精度±2″，测距精度±(2mm+2ppm)），按“先整体后局部”原则放样主轴线，轴距偏差≤±2mm，对角线误差≤±3mm。

•控制线设置：在剪力墙边线外 200mm 处设平行控制线，采用红色油漆标识，作为模板安装定位与验收的双重基准线，避免单一轴线放样误差累积。

项目	允许偏差（mm）	检验工具	检测频率	合格判定
轴线位置	±4	全站仪/钢尺	每轴线 3 点	全部合格
截面尺寸	±2	钢尺	每墙 3 处	合格率≥95%
垂直度（全高）	≤5	激光铅垂仪	每墙 2 点	偏差≤5mm
表面平整度	≤4	2m 靠尺+塞尺	每墙 3 处	合格率≥90%

2.3.2 动态监测技术

•仪器配置：采用 Topcon GLS-1000 三维激光扫描仪，对模板支撑体系进行施工全过程监测，扫描精度±2mm，每 10 分钟自动采集一次数据。

•预警机制：当垂直度偏差≥4mm 或位移速率>1mm/h 时，系统自动触发声光报警，现场立即停止作业并进行加固。

2.4 混凝土浇筑与模板协同控制

2.4.1 配合比优化设计

针对高原干燥环境，混凝土配合比采取以下措施：

•外加剂应用：掺入 0.3%木质素磺酸钙减水剂（减水率 15%），降低水胶比至 0.42，提高流动性；添加 5%早强剂（硫酸钠），使 3 天强度达到设计值的 70%。

•骨料选择：采用 5-31.5mm 连续级配碎石（含泥量≤1%），中砂（细度模数 2.6-2.8），降低混凝土收缩率（干燥环境下 28 天收缩率≤0.035%）。

2.4.2 浇筑工艺要点

•分层浇筑：按每层 500mm 高度分层下料，采用插

2.2 模板制作与安装技术优化

•加工流程：原木切割→烘干处理（含水率降至 12%以下）→纵横拼接→背肋固定（间距 400mm，错位布置）→钻孔（Φ18 吊孔，间距 1.2m）→表面覆膜→质量检验

•关键参数：模板厚度 15mm（允许偏差±0.5mm），对角线长度差≤3mm，表面平整度≤2mm/2m，边缘垂直度≤1mm/1m。

2.3 支撑体系质量控制标准

2.3.1 允许偏差与检验方法

入式振捣器（间距≤400mm），每点振捣时间 20-30 秒，避免过振导致模板侧压力超限（实测最大侧压力≤45kPa）。

•实时监测：浇筑过程中安排 2 名质检员巡回检查，使用扭矩扳手检测对拉螺杆紧固力（标准值 60-80N·m），发现松动立即补拧；采用红外测温仪监测模板表面温度（温差控制在 10℃以内），防止局部过热导致模板变形。

3 高原干燥地区施工特殊措施

3.1 木材防开裂技术

•含水率控制：模板进场前进行二次烘干（窑干处理，含水率 10%-12%），现场存放覆盖防水帆布，避免阳光直射（表面温度控制在 40℃以下）。

•构造加强：在模板面板与背肋间增设 1mm 厚橡胶垫片（间距 300mm），缓解干燥收缩应力；边缘采用 45°斜角拼接（角度误差±2°），减少应力集中。

3.2 干燥环境下的脱模剂选择

对比三种常用脱模剂性能：

脱模剂类型	干燥时间	成膜厚度	重复使用次数	适用环境	本工程选择
甲基硅树脂	30-40min	0.05-0.1mm	5-6 次	干燥/高温	√
妥尔油	40-60min	0.1-0.15mm	3-4 次	潮湿/常温	-
机柴油	20-30min	0.2-0.3mm	2-3 次	临时/低温	-

甲基硅树脂脱模剂在干燥环境下成膜快、附着力强，可有效减少模板与混凝土的粘结力（剥离强度 $\leq 5\text{N/cm}$ ），且对后续抹灰工序无影响。

3.3 扬尘控制与模板养护

- 扬尘防治：模板加工区设置封闭式防尘棚（配备脉冲式布袋除尘器，处理风量 $\geq 10000\text{m}^3/\text{h}$ ），切割作业时采用吸尘器同步收尘（除尘效率 $\geq 95\%$ ）。

- 保湿养护：混凝土浇筑后 12 小时内，采用塑料薄膜覆盖模板表面（覆盖率 100%），并间隔洒水（每天 3-4 次），保持模板湿润状态，延缓混凝土失水速度（早期失水率 $\leq 5\%/24\text{h}$ ）。

4 大型木模板施工安全技术体系构建

4.1 施工场地安全管理

- 模板存放：设置专用存放区（地面硬化处理，承载力 $\geq 15\text{kPa}$ ），模板按编号分区堆放，自稳角控制在 $25^\circ - 30^\circ$ ，相邻模板用钢管拉杆连接（间距 $\leq 2\text{m}$ ），防止倾倒。

- 起重作业：采用 QTZ80 塔吊（最大起重量 6t，起重臂长 50m），吊具使用 $\Phi 20$ 钢筋吊环（破断拉力 $\geq 50\text{kN}$ ），吊装前检查钢丝绳磨损程度（断丝数 $\leq 10\%$ ），实行“十不吊”原则。

4.2 操作平台与防护设施

- 作业平台：模板操作层设置钢制操作平台（尺寸 $3\text{m} \times 2\text{m}$ ，护栏高度 1.2m），铺设 5mm 厚花纹钢板，边缘设 150mm 高踢脚板，荷载设计值 $\leq 3\text{kN/m}^2$ 。

- 安全网设置：3 层以上沿外架满挂密目安全网（网目数 ≥ 2000 目/ 100cm^2 ），每隔 4 层设置一道水平安全兜网（承重 $\geq 10\text{kN}$ ），电梯井内每 2 层设一道硬质防护。

5 经济效益与社会效益分析

5.1 经济效益对比

以云南艺术学院文华学院呈贡校区扩建项目（二期）工程为例，与传统散拼模板工艺相比：

- 成本节约：模板采购成本降低 20%（120 元/ m^2 vs 150 元/ m^2 ），人工成本减少 30%（80 工日/层 vs 115 工日/层），综合成本节约约 180 万元。

- 工期缩短：标准层施工周期从 8 天/层缩短至 6 天/层，总工期提前 45 天，节约机械租赁费用 50 万元。

5.2 社会效益

- 质量提升：混凝土结构实测实量合格率从 85% 提升至 93%，墙面空鼓率从 5% 降至 1.2%，获云南省优质工程奖。

- 环保效益：木材损耗率从 15% 降至 5%，建筑垃圾减少 40%，施工扬尘排放降低 60%，符合绿色施工导则要求。

6 结论与展望

6.1 核心结论

1. 大型木模板施工技术在高原干燥地区具有显著的适用性，通过材料优选、构造优化及工艺创新，可有效应对干燥环境下的木材开裂、混凝土失水等问题。

2. 高精度测量放线、支撑体系动态监测及混凝土浇筑协同控制是确保施工质量的关键，需建立全流程质量管控体系。

3. 安全管理需聚焦模板存放、起重作业及高空防护，结合应急预案与培训，构建本质安全型施工环境。

6.2 研究展望

未来可进一步探索以下方向：

- 集成 BIM 技术实现木模板工程全生命周期管理，提升预制精度与施工协同效率；

- 研发适用于高原地区的新型复合木模板（如竹木纤维板），进一步提高耐候性与周转次数；

- 结合绿色施工理念，开展模板废弃物回收再利用技术研究，降低碳排放与资源消耗。

参考文献

- [1] 孙华峰. 刍议模板技术在建筑施工中的应用[J]. 东方企业文化, 2012(12): 189-190.
- [2] 由玉卿. 浅谈高大模板施工技术在实际工程中的作用[J]. 黑龙江科技信息, 2013(06): 245-246.
- [3] GB50204-2015 混凝土结构工程施工质量验收规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [4] JGJ162-2016 建筑施工模板安全技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [5] 李继业. 高原地区建筑施工技术手册[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 120-135.

作者简介龙腾波（1971—），男，汉族，云南嵩明人，大学本科，工程硕士，云南虹森建筑工程有限公司高级工程师，研究方向：建筑工程施工管理。