

# 建筑施工中铝合金模板工程技术要点及优缺点分析

磨思成

贵州建工集团第二建筑工程有限责任公司

**摘要:** 铝合金模板工程适用于无结构变化大的设计, 存在多层标准层的、或对实体质量要求高, 达到清水砼墙效果的高层房屋建筑主体结构, 或者是多栋相同标准层的单体分批开发, 模板能够周转使用的小高层建筑主体结构施工, 不适用于楼层标准层少于20层或达到免抹灰效果但业主不给抹灰费用、图纸出图滞后或结构复杂多变的工程。本文主要描述住宅铝合金模板工程, 下文统称为“铝模工程”。

**关键词:** 铝模工程; 设计; 施工

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.07.047

## 一、铝模工程深化设计要点

1. 铝模板深化设计前, 应先进行图纸会审, 将建筑、结构、安装各专业图纸仔细校对, 识别冲突部位, 提出答疑, 请设计单位和建设单位解决, 另根据铝模施工特点, 合理优化施工图纸。

2. 砌体墙优化为砼墙增加了建筑自重, 可以经设计核算后, 在砼内填充120mm厚的挤塑板, 挤塑板两侧放置 $\Phi 6@250$ 的钢筋网片。

### 3. 配模设计:

(1) 住宅墙模板高度采用一板到顶, 不接高;

(2) 墙板采用横向背楞+竖向背楞+斜撑组合的加固方式, 内侧五道外六道体系进行加固, 背楞间距 $\leq 800\text{mm}$ , 第一道背楞离地间距 $\leq 250\text{mm}$ ;

(3) 洞口周边是易爆点部位, 窗洞口设计背楞全部拉通, 门洞口位置第一道、第四道背楞拉通布置;

(4) 阴角位置采用整体式转角背楞, 保证阴角方正性;

(5) 户内楼板支撑间距不超过1200mm, 楼板结构短边方向支撑离墙边不超过750mm, 楼板结构长边方向支撑离墙间距不超过550mm;

(6) 悬挑阳台区域宽度 $\geq 1300\text{mm}$ 时, 设置龙骨和早拆、支撑;

(7) 飘窗部位易浮涨变形, 设计飘窗盖板+防胀背楞+撑杆+拉结螺杆组合加固体系与下层结构连接, 并设计矮墙防胀背楞和防错台K板, 保证飘窗整体成型质量;

(8) 反坎模板或沉箱吊模设计稳定可靠的角铁组合支架与楼板或墙板进行拉结固定, 确保浇筑不偏位;

(9) 卫生间沉箱底倒角采用弧形铝模一次现浇成型, 减少工序, 同时提高卫生间防水质量;

(10) 设计三角支撑板+背楞+支撑对上挑的楼梯“上三步”模板进行拉结、支撑限位, 保证楼梯施工缝成型质量, 楼梯, 梯板与梯梁交接位尖角继续填平处理;

(11) 烟道、采光井、管井等水平洞口设计梳子模板, 预设钢筋网作为水平防护, 保证洞口安全。

### 4. 构件尺寸

(1) 构件尺寸满足铝模配板模数, 调整尺寸为以50mm晋级。同时梁和墙柱交接位置截面应相同, 减少配模、加固难度;

(2) 构件尺寸深化, 减少小尺寸构件。如: 降板

位, 墙梁交接位置, 通常容易出现小尺寸构件, 不便于铝模的安装, 同时往往无法设置免抹灰企口。

### 5. 墙体优化

(1) 全剪外墙一次优化成型, 将地上结构外砌体墙部分优化成全砼构造墙;

(2) 剪力墙间小于600mm墙垛、小于300mm门垛等采用砼现浇一次成型;

(3) 消防箱、电箱等所在墙体采用剪力墙一次现浇。增加C块向内凹进, 图纸深化前明确成品消防箱准确尺寸, 按成品消防箱尺寸左右各扩大15mm, 上部扩大15mm, 下部扩大200mm设置预留洞。

### 6. 承插式烟道

在烟道下口设置50mm凹槽, 增加结构与烟道的密闭性, 在烟道上口设置30mm反坎, 起到防水作用。

### 7. 外墙线条

(1) 简化外立面线条, 将各层的线条做法统一, 无功能要求的外立面造型线条, 采用成品线条代替;

(2) 外立面装饰层采用涂料饰面层;

(3) 识别外墙造型无法采用铝模施工情形, 沟通设计改为外墙保温带出, 或者后期木模处理。

8. 在飘窗下口多加两道穿墙螺杆, 同时加上一道背楞, 可以满足飘窗的加固要求。

### 9. 电梯井优化

(1) 电梯进行全剪力墙深化, 便于后期导轨安装;

(2) 根据电梯门洞尺寸准确留置出剪力墙洞口, 避免后期门洞的砌筑, 预埋电梯停层指示线盒。

### 10. 构造柱深化

砌体墙面有构造柱的地方深化设计时均需设计为构造柱一次现浇。构造柱底部垫10mm塑料板隔断, 减少结构整体刚度, 施工及模板设计时需要考虑砌体拉结筋预留。

### 11. 门窗过梁优化

当结构梁下门窗过梁与结构梁一侧平齐, 门洞顶距离结构梁底高度不大于200mm时, 可对此进行深化设计与主体结构一次施工, 门过梁增加构造配筋。

### 12. 螺杆洞深化

采用膨胀砂浆以及发泡剂进行封堵, 同时在外墙上涂刷JS聚合物防水涂料。

### 13. 线管深化

(1) 在砌体简化为剪力墙的部位, 机电线管预留预埋也应当同步深化。比

如下挂梁部位线管应重新排布避免于门洞顶部直接埋管;

(2) 应提前将线盒等排版, 如有冲突, 应调整螺杆孔位置;

(3) 对于位于剪力墙上的给水管, 可在铝模上提前进行压槽处理, 宽度4cm,

深度2cm。给水管应走天花, 避免楼板压槽对结构造成的不利影响;

(4) 对于2个以上线盒连续布置时, 采用连体线盒;

(5) 优化灯盒以及排水预埋件的固定方式, 便于在铝模上的定位。

#### 14. 卫生间沉箱及反坎一次成型深化

(1) 厕所(厨房)部位吊模下部应做成 $R=50\text{mm}$ 圆角

(2) 沉箱一次成型, 一次找坡同时底部阴角倒角一次成型, 实现沉箱底部原浆收光;

(3) 通过将拉条固定于K板或者楼面模板, 保证沉箱以及坎台定位精度以及稳定性。

(4) 卫生间降板侧墙处, 加固方式不应在降板侧墙处开孔对拉螺杆, 可采用竖向背楞, 防止开孔导致的卫生间渗漏隐患。

#### 15. 滴水线深化

(1) 外墙线条、窗顶、空调板处均设置一次成型滴水线, 并以蓝图为准;

(2) 滴水线宽度 $20\text{mm}$ , 深度 $10\text{mm}$ , 滴水线外边距离结构外边线 $25\text{mm}$ , 在外墙边 $20\text{mm}$ 处断开。

16. 管井、烟道口、传料口、窗台四角等洞口铁件做成斜口, 楼面板设置压槽, 便于后期收口处理。

17. 斜撑基座提前预埋, 避免后期开洞破坏线管且增加斜撑加固强度。

#### 18. 免抹灰压槽(企口)深化

(1) 砌体结构与砼剪力墙、构造柱、结构梁等相交位置, 均需设置压槽, 从而砌体实现薄抹灰。压槽尺寸常为 $150\text{mm}\times 10\text{mm}$ 或 $100\text{mm}\times 10\text{mm}$ 度, 压槽两侧要做 $45^\circ$ 斜口;

(2) 外窗节点处理采用内高外低方式, 预留 $20\text{mm}$ 高企口, 防止渗水, 窗户安装可以根据铝模深化尺寸直接安装打胶即可, 图纸深化前需确认外窗尺寸。窗台企口必须预留 $45^\circ$ 斜角, 固定片压槽不应拉通(无法起到防渗水效果), 压槽深度不易过深。同时在窗台模板下口中间留置2个排气孔, 以防砼浇筑时产生窝气, 造成浇筑不密实;

(3) 门企口: 入户门, 户内门, 防火门等采用内小外大方式, 预留 $20\text{mm}$ 高企口, 免除传统的抹灰修面, 图纸深化前需确认门准确尺寸。

#### 19. 阳台栏杆

(1) 阳台反坎一次成型, 预留栏杆安装孔, 外墙上留置栏杆固定码企口, 定型化加工栏杆实现后期快速安装施工, 可预先充当阳台部位临时防护。栏杆插入预留孔后灌浆固定;

20. 位于外窗以及栏杆部位的防雷片, 由于免抹灰收口, 防雷片无法盖住。在深化时将防雷片采用铁编织带代替, 精确定位, 沿栏杆预留杯口或者窗企口埋设。

#### 21. 爬架与提升式布料机

(1) 铝模工程应与附着式升降脚手架(即爬架)进行配合施工, 能有效减少结构留洞, 组织各工序穿插施工, 加快施工工期, 提升施工现场形象;

(2) 施工电梯升入爬架两层, 便于垂直运输。爬架附墙件在墙体上开的螺栓孔(直径 $50\text{mm}$ )可采用在铝模板上安装定位块, 即避免了铝模板的开洞, 同时也减少了PVC套管跑位的风险;

(3) 建议采用液压爬升式布料机或塔吊提升式布料机, 不建议使用直接放置在模板面上的布料机, 容易扰动铝模系统, 影响砼成型质量。

## 二、铝模工程施工要点

### 1. 模板搭设要点

#### (1) 首层铝模施工重点

①铝模第一层施工前, 应在上一层提前将深化的砌体构造及窗台部位进行钢筋预埋, 钢筋按照构造配筋 $\Phi 8@200$ 预埋;

②上一层砼浇筑前, 在剪力墙根部放置板厚控制件, 第一排距剪力墙主筋不应大于 $100\text{mm}$ , 距阴角不应大于 $300\text{mm}$ , 控制件间距不宜大于 $2\text{m}$ , 确保剪力墙根部平整度, 避免在墙柱模板安装过程中出现砼地面高低不平现象;

③梁板铝模铺设完成后, 及时按照斜撑预埋件布置图在模板上标记出相应位置, 斜撑底座预埋件应及时预埋;

④首层导墙板施工采用方木+双层模板( $66\text{mm}$ )封堵铝模首层外墙外侧根部, 外墙铝模自有加强肋为 $65\text{mm}$ 高, 可采用下层木模预埋的锁脚螺杆+双钢管夹住此处交接位置。

### 2. 脱剂选择

(1) 由于新铝模首次使用会与砼产生化学反应, 形成氧化膜, 造成拆模困难及气泡等问题, 因此铝模施工前, 在首三层使用铝模专用油性脱模剂, 在后续施工中必须使用普通专用铝模水性脱模剂(防止油性脱模剂污染钢筋和砼);

(2) 脱模剂的涂刷要求:

①所有模板必须清理干净后方可涂刷模板油;

②墙身模板竖立后用滚筒刷油, 涂刷应注意均匀一致, 无漏刷现象, 一般膜厚 $30\text{--}50\mu\text{m}$ 。若在脱模剂成膜前破坏, 应及时补刷, 否则会影响脱模效果;

③涂刷时应避开暴雨和寒冻, 下雨天应及时在模板上盖好雨具, 以免冲洗掉。

### (3) 模板拆模清理质量

铝模每次浇筑完砼后均应清理干净, 尤其是小截面处阳角, 相邻两块板侧面均需要清理, 如现场清理不到位, 极易造成该部位缺棱掉角或模板间缝隙变大, 造成接缝处出现反砂。

### 3. 工期工序保障

(1) 钢筋焊接和墙柱钢筋绑扎时的施工顺序为先施工山墙部位的竖向钢筋, 再施工室内剪力墙部位;

(2) 墙柱钢筋的绑扎完成时间必须控制在第一天的下午 $15:00$ 之前;

(3) 正常2栋楼可流水施工, 一个工人一天可安装约 $30\text{m}^2$ , 铝模墙柱、梁板安装时间不能超过 $1.5$ 天, 拆除、校正穿插进行。调平校正应设专门人员。

(4) 应采用“一板到顶”的配模方式, 即应选用“墙体基准板+C槽”的配模方式, 避免选用“墙体基准板+加高调节板+C槽”的配模方式。

(5) 下挂板、剪力墙封头板与连接角铝应用螺丝螺母进行连接锁定, 进行碎板整合。

4. 钢筋定位筋是保证模板定位置关键, 钢筋定位的焊接竖向钢筋应采用 $\geq \Phi 14$ 的钢筋预埋, 升入砼内 $200\text{mm}$ , 露出长度为 $100\text{--}200\text{mm}$ , 定位筋预留间距不应大于 $1\text{m}$ , 定位筋焊接位置应准确, 与控制线偏差不应超过 $1\text{mm}$ 。

### 5. 与机电安装专业的配合

#### (1) 线盒定位

结构预埋时底盒内部应填充锯末并压实, 四周使用钢筋制作“井”字形框架, 且背部有定位筋进行支撑。定位筋长度要求比铝模板宽度短 $2\text{--}5\text{mm}$ , 且钢筋端部要进行防锈处理, 防止后期墙面返锈。

#### (2) 穿楼板套管

套管随主体结构一次浇筑至结构板内，铝模板拼装后进行套管定位放线，定位后将圆形模具用自攻螺丝固定在铝模上，固定牢固后将套管安装在模具上，对安装套管模具的模板，后续安装中不在移动位置。

### (3) 穿梁线管

管线开洞一般都在梁底模的中间位置，但会造成后期机电管线在二次结构上剔槽困难，管线连接困难，所以在开洞时，避开中间位置靠梁边开洞，减少开槽的难度及剔凿量。

### (4) 止水节定位预埋技术

首先根据图纸落水管位置在铝模板上精准定位，放线并做好标记并开孔，同时根据止水节底口直径截取钢筋成十字形焊接在铝模板上，钢筋截取长度为止水节底口直径-3mm，用于加强止水节的精准固定，牢固可靠。

## 6. 质量控制措施

### (1) 砼墙面及构件口部气泡防止要点

①由于铝模封闭性好，浇筑时气泡不易排出，需采取优化调整配合比（坍落度）、加强振捣、掺入引气剂、在墙内插入周圈开孔的排气管边振边拔等措施，减少墙体气泡。

②浇筑砼墙时采用分层振捣，每层高度不应大于1000mm，振捣时把握好振捣时间防止过振。

### (2) 接茬部位抹灰空鼓防治措施

①表面凿毛处理或涂刷界面剂，满挂网，固定牢固；

②普通抹灰应严格控制配合比，薄抹灰应采购专用的抗裂抹灰砂浆；

③大面积抹灰施工前应该施工抹灰样板层，并通过验收方可大面积铺开。

### (3) 反锈

主要的原因是绑扎钢筋时扎丝外漏、钢筋保护层不足，防止扎丝外漏，绑扎时扎丝应内收，强化过程管控，加强隐蔽验收。

### (4) 腻子气泡注意事项

主要原因是砼表面孔洞较多，直接刮腻子时，腻子无法将孔洞完全堵塞，孔洞内部空气受到挤压，刮刀划过以后迅速反弹形成大量气泡。预防措施是：

①砼浇筑时禁止工人现场加水，必要时添加减水剂，加强砼振捣工作并对铝模进行敲击减少气泡产生；

②第一遍腻子涂刮后应在腻子硬化前、起泡鼓起后（大约涂刮完后20-30min）进行回压。若第二遍腻子涂刮完成后仍有气泡，则需考虑在腻子配合比中添加消泡剂；

③第二遍腻子涂刮完成后，下一道工序前应进行打磨，对局部起泡的地方排查修复。

(5) 窗台位置优化为一次结构时未设置抗裂措施，深化不到位，只针对部分砌体改砼有深化，未对改砼后结构加强筋进行深化。砌体改砼的同时，应考虑所有门窗洞口四周的结构加强筋。

## 三、铝模优缺点分析

### (一) 优势分析

(1) 铝模工程工厂化加工制作精度高，整体浇筑，质量可靠、技术成熟、稳定性好，阴阳角方正及楼体垂直度能够保障，成型质量达到清水砼观感；

(2) 铝模深化设计时，可将建筑外立面造型及悬挑板一并设计、加工完成，砼浇筑可一次成型，避免二次施工的质量风险及工期延误；

(3) 铝模工程为工厂定型化加工，施工安全文明，且符合国家倡导的绿色建造要求，清理成本降低。

同时建筑垃圾相对较少，可减少现场安全文明施工清理的费用；

(4) 工期可保障：一套模板可周转使用150次以上，不需要多次配模，工人熟悉操作流程后达到5天一层；同时对操作工人经过培训即可上岗，可以有效避免现阶段技术木工越发匮乏的现象；

(5) 成本可控：对于铝合金模板的施工成本主要取决于期周转率，铝模强度高，刚度大，可周转150次以上，重复利用率高，使用回收，残值高，在高层、超高层的应用有较大成本优势，因对垂直运输依赖少，可减少塔吊运输费用；

(6) 支撑体系简单：铝模立杆间距大，且无须横杆拉结，人员行走方便；另外支撑较稀，楼梯踏步刚度大，人员踩踏不易变形，操作工人可直接从楼梯间上下通行，无须在外架上再搭设上下楼梯通道，施工方便，安全稳固。

### (二) 劣势分析

(1) 深化设计、加工周期长：一般深化设计需15天-20天，加工需30天，预拼装需10天，共计两个月左右。对前期图纸设计要求高；

(2) 施工速度前期较慢：起始3层由于工人不熟练，一般需平均7-10天/层，标准层熟练后可达到5天/层。不利于业主销售节点的要求；

(3) 对图纸要求高：铝模板一旦加工成型，图纸不能再作改动，否则重新加工，无论是工期还是成本都将较大增加。设计变更对铝模影响较大

(4) 一次性投入大：加工制作资金投入量大，只有通过多次周转摊销后，才能体现出期经济效益。资金一次性投入大。

(5) 铝模为根据施工图加工的定型化模板，前期需要完整的施工图纸作为深化依据，且后期图纸应避免出现变更，否则因变更引起的模板拆改及配模时间较长。

(6) 铝合金表面与砼多次接触后会出现氧化情况，周转次数多后会出现黏模现象，周转30次左右需返厂做镀膜处理。

(7) 细部处理困难：对于外立面造型较复杂的情况，各细部构件加固不牢，易变形。

(8) 气候影响大：雨季施工影响大，若脱模剂被雨水冲刷严重，拆模时掉皮情况明显。

(9) 超高层建筑随使用功能转换、结构受力条件不同，结构形式变化多，如低、中、高区电梯转化导致筒体结构形式变化，构件尺寸改变即相应铝模更换配件频率高。

(10) 超高层结构施工组织中铝模和爬模为两个分项工程，相互制约，如爬模退模时间影响铝模拆模时间、铝模拆模速度影响爬模提升时间等。

### 参考文献

[1] 张吉红. 铝模施工对结构设计的影响[J]. 建筑技术开发, 2019.

[2] 张涛. 组合铝合金模板在高层建筑施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2020.

[3] 贾敬峰. 高层住宅铝合金模板+保模一体板施工技术[J]. 砖瓦世界, 2022.

[4] 孙润林. 铝模施工技术质量控制措施探究[J]. 建筑工程技术与设计, 2018.

[5] 何景钦(导师: 石开荣; 周赞良). 铝合金模板施工全过程精细化管理研究[D]. 华南理工大学, 2019.