组合铝合金模板体系在高层住宅标准化施工中的优化策略

龙兴安

北京电影洗印录像技术厂 北京 100088

摘要：建筑工业化进程的加速推动了模板技术的革新，组合铝合金模板体系凭借其环保特性与施工便捷性，在高层住宅工程中的应用范围不断扩大。相较于传统施工方式，该体系在减少建筑垃圾、缩短工期方面具有显著优势，但在实际推广中仍面临技术标准不统一、施工组织难度大等现实挑战。特别是在异形构件施工中，模板的适应性调整能力直接影响工程进度与成本控制，这要求设计阶段必须充分考虑施工可行性与经济合理性。

关键词：组合铝合金；模板体系；高层住宅；标准化施工

引言：高层住宅建设规模的持续扩大对施工技术提出了更高要求，组合铝合金模板体系因其轻量化、可循环特性逐步成为标准化施工中的重要选择。铝合金材料在强度与耐久性方面的优势，使其在复杂结构施工中展现出独特价值，但在实际工程应用中仍面临节点处理精细化不足、拼装效率待提升等技术瓶颈。

1 铝合金模板体系的组成及特点

组合铝合金模板体系作为现代建筑施工中的先进模板解决方案，凭借其独特的组成与显著特点，正逐步成为行业内的优选方案。该体系以铝合金模板为核心，搭配早拆装置、灵活支撑系统及一系列精密配件，构建起高效、灵活的施工体系^[1]。该模板在施工效率与周期方面优势明显，铝合金模板自身重量较轻，可实现快速安装，整体施工周期得以有效压缩；拆模之后，混凝土表面呈现出平整光滑的状态，后期修补工作减少，建筑品质得以提升。在安全性能上，该体系摒弃了传统卸料平台，凭借科学合理的支撑设计，在作业层内直接完成材料的垂直运输，施工现场的安全系数得到较大提高，而且其支撑体系简化，无需扫地杆及小横杆，施工流程得以简化，因杆件设置不当可能引发的安全隐患也相应减少，铝合金模板体系无需专门设置模板存放区，节省了施工空间，提高了施工操作面，模板材料可循环使用、符合符合环保低碳要求。^[2]

2 组合铝合金模板体系在高层住宅标准化施工中的优化策略

2.1 放墙柱位线

施工之前，测量人员要先熟悉设计图纸，熟悉结构轴线、墙柱位置以及预留洞口等关键控制点，运用全站仪开展主控制轴线的投测工作，以提升放线精度，防止出现累积误差。与传统放线方法不同，铝合金模板系统要求运用“十字线法”实施轴线控制，即在已完工楼

层的柱、墙位置引出十字线，借助垂准仪把轴线投射到工作面。为保证放线精度，要建立二级控制网，设置固定控制点，且采用闭合导线法进行检核，在如墙柱交接处、电梯井等复杂节点位置，应当进行加密放线，明确标注出预埋件、门窗洞口的位置。放线结束后，技术负责人与监理技术人员需共同进行复核，保证尺寸偏差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内^[3]。

2.2 标高抄平

标高抄平工作要从楼梯间引出水平控制线，以此作为本层施工标高的基准，使用精密水准仪开展周边标高测量，每隔3至5米设定一个水平控制点，并且在墙柱位置预先标注构件底部和顶部的标高，为提升标高控制的精度，应采用“闭合测量法”，也就是从起始点测量一圈后回到起点，一般将闭合差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内。在标高转移的过程中，要考虑混凝土收缩变形以及结构沉降等因素，依据不同楼层适当调整补偿值，一般情况下，高层建筑每上升10层，需增加2至3mm的标高补偿，在体量庞大的高层建筑里，要考虑不均匀沉降对标高的影响，在承重较大的核心筒区域增加监测的频次。标高抄平完成后，需进行全面检查，并用红漆标注出各控制点，确保施工人员能清晰识别^[4]。

2.3 安装墙柱模板、背楞

墙柱模板安装依照“先立墙后立柱”这一原则来开展，自建筑物的一角起始，随后逐步朝着前方推进，若要提升墙体模板的稳定性，应当选用螺栓连接来取代传统的对拉螺杆，以此减少混凝土表面出现蜂窝麻面的情况，于模板拼接之处，运用特制的密封条，以此保证接缝严密，防止出现漏浆现象。背楞系统作为模板的支撑骨架，其布置间距及强度直接关联混凝土成型的质量，针对高层建筑的特性，背楞应采用铝合金方管或者槽钢进行制作，间距控制在400至600毫米，在转角处、开洞

周边进行加密设置。为解决高层建筑侧向压力增大这一问题,创新性地采用“交叉背楞体系”,也就是在主背楞之外增添次背楞,形成网格状的支撑结构,提高了整体的刚度^[5]。对于超过4米的高墙,应额外增设中间水平支撑,防止模板中部出现鼓胀,在安装进程中,要使用精密水平尺以及垂直仪实时对模板位置进行校核,保证偏差被控制在规范范围之内。

2.4 检查垂直度及平整度

模板安装完毕后,安装及技术人员需使用2米靠尺来检查墙面平整度,偏差控制在2mm以内,对于外墙面有高精度要求的情况,可运用激光扫平仪展开全面检测,形成平整度测量数据图,以此直观呈现模板表面的凹凸状况,墙柱垂直度检测借助经纬仪或者全站仪从两个方向开展测量,保证垂直偏差控制在 $H/1000$ 且不超过5mm。鉴于高层建筑风荷载影响较为突出的特性,创新性地引入“预偏移补偿法”,也就是依据建筑高度以及季节风力状况,在墙柱模板安装时预留1-3mm的反向偏移,以抵消风力对垂直度的影响,对于超高墙柱,要增设中部水平拉杆,防止中间部位出现鼓胀变形,在模板缝隙处,采用特制弹性密封条进行严密处理,保证接缝平顺且没有错台现象。为提升检测效率与准确性,可运用BIM技术构建模板偏差监测模型,把实测数据和理论数据进行对比,生成偏差热,可直观显示出需要重点调整的区域,在调整过程中,采用微调螺杆系统,可精确调整至0.5mm精度,保证墙柱几何尺寸的准确性,检测结束后,需填写《墙柱模板验收记录表》,详细记录各测点数据,并且由施工员、质检员、监理工程师三方共同签字确认^[6]。

2.5 安装梁模板、楼面模板

铝合金梁模板进行安装的时候,应先安装底模、再安装侧模,底模安装的高度需把梁的预拱度考虑在内,一般控制范围为跨度的 $1/1000$ 至 $1/800$,为处理梁模板跟墙柱模板的连接问题,创新性地采用嵌入式连接卡具,达成两种模板的无缝衔接,避免传统连接方式引发的漏浆以及错台现象。楼面模板安装按照由一角向四周扩展的方式进行,保证模板接缝紧密且平整,针对大面积楼板的特性,采用主次龙骨支撑体系,主龙骨、次龙骨间距设置分别为600-800mm和1200-1500mm,形成网格状的支撑结构,切实提高了楼面的承载能力以及刚度。为解决铝合金模板导热性良好、容易产生温度裂缝的问题,在夏季高温施工时,可在模板上铺设一层隔热材料,减少因阳光直射产生的温度应力,在模板拼接的地方,采用专用密封胶条填充,防止出现漏浆以及跑浆

现象,为提升施工效率,可采用模块化预组装技术,把梁底模和侧模提前组装成整体单元,在现场直接进行吊装,可提高安装速度。在安装过程中,要严格把控支撑立杆的垂直度,偏差不能超过1.5mm,且保证支撑底部有足够的支承面积,防止支撑出现下沉,对于大跨度结构,需要考虑混凝土浇筑阶段的动态荷载影响,适当增加临时支撑,并且在浇筑过程中进行实时监测,保证结构安全^[7]。

2.6 检查楼面平整度及复核墙柱垂直度和平整度

为提升检测的效率以及准确性,引入全站仪并搭配特制反射棱镜来开展网格化检测,生成楼面平整度等高线图,以此直观呈现平整度的变化趋势以及异常区域,楼面标高控制借助水准仪实施全面检测,标高误差需控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,而对于电梯井、楼梯间等关键功能区域,标高误差要严格控制在 $\pm 3\text{mm}$ 以内。在墙柱垂直度复核进程中,创新性地采用“三维激光扫描技术”,该技术可快速获取墙柱表面的点云数据,将其与BIM模型对比分析,精确识别偏差部位并生成直观的三维偏差图,针对高层建筑特有的“累积误差”问题,构建“垂直度跟踪监测体系”,记录每层墙柱的垂直度变化趋势,凭借数据分析预测上部结构可能出现的偏差,并采取预防性调整措施。为保证检测数据的准确性,所有测量仪器都要定期校准,并且测量环境温度应控制在 $15\text{-}30\text{^\circ C}$ 范围内,防止温度变化对精密仪器产生影响,检测完成后,针对发现的问题,要分类处理:对于局部不平整的地方,采用专用调平螺杆进行微调,对于垂直度偏差较大的墙柱,需要拆除后重新安装模板,对于系统性偏差,应组织技术分析会,查找根本原因并制定改进措施。所有检测数据以及处理情况都应详细记录在《模板系统质量检测报告》中,作为后续施工以及质量追溯的依据。

2.7 移交绑扎梁板钢筋

在正式移交之前,项目技术负责人会组织模板施工组以及钢筋施工组开展联合验收工作,以此来确认模板系统可契合钢筋绑扎所需的前提条件,移交过程会采用“清单化管理”这种方式,编制《模板工程移交清单》,这份清单会详细列出各个区域的模板安装情况、预留洞口的位置、预埋件的布置状况以及特殊处理部位等信息。为防止在钢筋绑扎过程中对模板造成损坏,需要在模板表面设置保护层,在钢筋较为密集的区域要增设加强垫片,可避免钢筋绑扎时对模板产生局部穿刺或者划痕,针对高层建筑钢筋绑扎空间受到限制的这一特点,创新采用“分层分区绑扎法”,将整层结构划分成多个工作区域,按照“先梁后板、先下后上”的原则有

序地进行绑扎,提高工作效率以及质量。对于复杂节点处的钢筋,像是梁柱节点、叠合梁等,应当提前进行BIM模拟分析,识别出可能存在的碰撞点以及难点,制定出针对性的施工方案,在钢筋定位过程中,会采用高精度定位工具,保证主筋间距误差可控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,保护层厚度误差不超过 $\pm 3\text{mm}$,为了提升钢筋绑扎与模板系统的协调性,引入“信息化管理平台”,实时记录并且共享施工进度信息,让模板班组和钢筋班组可实现高效协同作业。在移交过程中,模板班组要向钢筋班组详细交底模板系统的注意事项,比如承重点位置、禁止踩踏区域、临时支撑不可移动部位等,保证钢筋施工过程不会破坏已完成的模板系统。

2.8 混凝土浇筑

鉴于高层建筑混凝土泵送高度较大,需选用高性能混凝土,开展泵送性能试验,确定最佳配合比以及外加剂用量,浇筑方案选用“分区分层浇筑法”,把整层结构划分成多个浇筑区,依照“先墙柱、后梁板”的次序进行,在每个浇筑区之间设置施工缝,采用特制的止水带加以处理,保障结构整体性。墙柱混凝土浇筑运用分层振捣技术,每层浇筑高度把控在 50cm 以内,振捣时间要充足且避免过振,以防混凝土出现离析以及铝合金模板发生变形,梁板混凝土浇筑应遵循“先深后浅、先跨中后跨边”的原则,控制好浇筑速度,防止因局部荷载过大致使支撑变形,针对铝合金模板导热较快的特性,在高温季节进行浇筑时,应避开中午高温时段,同时采取洒水降温、设置遮阳棚等举措,避免混凝土表面因快速失水而产生塑性收缩裂缝。浇筑过程中,要安排专人监测模板位移和变形状况,一旦发现异常,即刻采取加固措施,为保证混凝土振捣密实,引入智能振捣技术,借助传感器实时监测振捣效果,保证不存在漏振、欠振区域,浇筑完成后,要做好细致的收面工作,针对后期

不再抹灰的清水混凝土墙面,应采用专用抹光工具进行多次收光,保证表面平整光滑。混凝土养护阶段,应依据季节和气温条件,制定科学的养护方案,一般养护时间不少于14天,保证混凝土强度达到设计要求后再拆除模板。

结束语

本次围绕组合铝合金模板体系在高层住宅标准化施工中的优化策略探讨意义深远。该模板在施工及推广的过程中,还存在着部分问题:平面设计复杂、外立面造型线条较多,工期紧、边设计边施工的项目应慎重使用;目前市场上的铝模规格较多,通用性较差,铝模的回收再利用较困难。通过系统研究与实践,我们找到了提升施工效率、保障工程质量、提高安全标准、控制成本的有效路径。这不仅为当下项目推进提供了可行方案,更为行业后续发展积累了宝贵经验。

参考文献

- [1]张仲华,孙晖,陈炬,等.新型格栅模架体系研究与应用[J].住宅与房地产,2019,(36):88-89.
- [2]刘颖.组合铝合金模板体系在剪力墙结构住宅施工中的应用[J].工程技术研究,2022,7(19):78-80.
- [3]刘路路,李东庚,谢磊,等.超高层大截面外框柱铝合金模板与方圆扣组合加固体系的施工应用[J].工程质量,2022,40(08):65-68.
- [4]曾信,黄建兴,段然,等.框架柱铝模与装配式紧固件组合体系施工技术[J].建筑技术,2021,52(12):1493-1495.
- [5]张鸿智,杨胜炎,李友,等.异形结构钢铝组合模板施工技术[J].建筑施工,2021,43(11):2309-2310-2314.
- [6]朱逢斌,刘期武,褚天舒.组合铝合金模板施工工艺应用研究[J].工程质量,2020,38(03):19-23.
- [7]王真.铝木结合模板体系在高层建筑的应用[J].城市建筑,2019,16(26):158-160.