

装配式建筑施工技术难点及应对措施研究

贾成龙¹ 高月麒² 杨明³ 焦俊杰⁴

北京城建八建设发展有限责任公司

摘要: 随着“双碳”战略目标的持续推进,绿色低碳环保成了各行重点关注的内容。建筑行业本身属于高污染和高耗能产业,节能降耗是行业可持续发展的关键。装配式建筑凭借就顺应了绿色环保节能发展趋势,在建筑行业得到了广泛青睐。因此,文章首先概述了装配式建筑的基本优势,接着分析了装配式建筑施工技术要点,最后结合工程实例,针对装配式建筑施工技术难点及应对措施展开分析,仅供参考。

关键词: 装配式建筑; 技术难点; 应对措施

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.06.048

预制件施工技术在建筑业中得到了广泛的应用。预制构件的施工采用预制和现场安装的方式进行,具有效率高、质量可靠、节能环保的优点。预制构件施工技术的应用涉及许多专业细节,对施工单位的操作水平提出了更高的要求。为了保证预制施工的有效进行,有必要进行技术探讨,梳理施工过程,阐明施工方法。

一、装配式建筑结构具备的优势

第一,增强操作效果。建筑结构属于集约化生产模式,通过合理应用各种先进技术手段,可以实现零构件制造的自动化,大大提高生产效率,不受外部气候因素的影响,使整体作业效果显著提高。与户外施工相比,工厂的运营环境更优越(图1),这意味着施工操作更加顺利,特别是在混凝土生产过程中,外观质量远远优于现浇结构,大大提高了建筑精度,装配式建筑采用了集成模式,整个施工过程更加清晰,降低了潜在的质量风险。在装配式建筑结构工程中,采用预制构件可避免大量浪费水资源,减少污水排放和建筑废物,从而改善建筑物的环保。



图1 装配式混凝土建筑施工作业现场

二、装配式混凝土建筑结构工程施工技术要点

(一) 施工前的准备工作

其一,编制专项施工方案。建设工程负责人要对该项目的具体特征进行充分的考量,对构件运输与存放、吊装作业等环节展开全方位的研究,以保证能够获得更详细的工程信息,从而提升专项施工方案的可行性。其二,选取有代表性的构件进行试安装。为进一步改进施工计划,确保构件吊装和安装工作的顺利进行,还需要对具有代表性的部分进行尝试安装,并对安装中存在的问题进行记载;便于以后修改。第三,做好产品的品质与安全技术指导。在进行正式的施工前,要对项目的特征和进度规划等方面的因素进行全面的分析,再以这些为依据,对吊装设备和技术人员进行合理的选择,并做好技术指导工作。

(二) 构件的运输与堆放

构件的搬运和堆积也是构件施工过程中不可缺少的一部分,必须引起足够的关注。通常,在没有明确规定的条件下,为确保在运送时不发生损坏,通常会对其进行增强处理,将其强度提升至设计强度的3/4以上,使得其在运送时能维持一定的刚度,降低在运送时发生损坏的概率。除此之外,还要对预制构件的运输和堆放计划进行科学的制订,在运输固定要求、码放支垫要求和存放场所要求等方面,还要事先制订出相应的质量和安全保障措施,从而保证在运输中的构件的安全性。

(三) 预制构件吊装要点

在对预制构件进行吊装前,要确保各构件接头的整齐,并确保所采用的注浆工具满足施工建设的要求,并对斜撑和螺栓等结构进行调节。首先,要对立柱的组装过程做一个详尽的说明,弄清楚它的组装过程,并保证构件的定位在20cm的地方。并且,施工人员要认真检查连接套筒和层级的保留空间,两者是否对齐,确保对齐后才能进行下降。其次,在对角撑杆的设置时,对立柱竖向进行了适当的调节,保证立柱竖向高满足施工要求;然后,在立柱与地面的连接处,用灰泥进行封堵。第四,由于墙体预制构件的尺寸比较大,所以在起重时,必须保证起重的速率比较平稳;在离安装点表面60cm的地方,工作人员要帮助起重装置,让零件慢慢落下。利用预制构件预留出的钢筋和套筒,对墙板的下落位置进行定位,在距离预留空间20cm的时候,进行后续

的接缝灌浆作业，保证斜撑和墙板的垂直高度。这样，就可以对未缩灰浆作适时的调节。

（四）成品保护要点

1. 构件运输和堆放成品保护

在构件运送完成后的保护过程中，要根据构件的类型来选择适当的紧固方式，特别是对于超高、超宽、形状特殊的构件，更要对构件的安全进行强化，因此，一般情况下，项目主管都会在构件的下方安装一块柔软的衬垫，并在构件外侧的脆弱部位上覆盖一层塑料膜，并对构件进行加固。为的就是避免构件的拐角处受到损坏，或受到挤压，变形。在构件堆积完成后，应对构件堆积的数目进行控制，通常不应多于6个构件，若要长期保存。那么就应采用行之有效的保护方法，以防止由于长期受力而引起的杆件产生的拱度或产生的变形。

2. 吊装后的成品保护及注意事项

在吊装结束之后，也不能忽略的是，在部件的清面上，如果有砂浆或其他灰渣存在，就必须马上采取相应的行动，对其进行清除，并保证其干燥。对于垂直构件的阳角、楼梯踏步口等部位，要结合工程的具体条件，选用适当的防护方法，防止由于人为原因而引起的破坏。在装配好预制外墙之后，还要对门和窗框采用槽型木框进行保护，确保其保护的质量和效果，并且不要忽略对预埋件的水电和设备管线盒的保护，现在常用的保护方法是贴一层薄膜或者利用一层胶布。

三、工程实例分析

（一）工程概况

某商业住宅楼的建设，占地13429.78m²，4#写字楼的地面11层，为拼装的整体混凝土结构，在楼盖和梁架的构造中，应用了预制拼装的方法；也就是由预制混凝土楼板、梁和上部现浇层所构成的楼板和梁板。该工程在3-10层的楼梯间和4-11层的楼梯间中分别进行了拼装，拼装，整体拼装比例为37%，满足了工程需要。另外，在装配楼板和梁内肋的时候，要保证楼板和梁内肋的整体刚性，以增强楼板和梁内肋的抗剪承载力。

（二）装配式建筑施工技术难点分析

1. 预制构件的运输与堆放

由于预制装配场与工程现场之间存在着较长的距离，因此，预制装配场与工程现场之间存在着较大的空间差异。因此，预制装配场与工程现场之间存在着较大的空间差异。另外，因为施工现场存在一定的局限性，所以要根据现场施工安装和吊装方案来决定零件的堆积和装车次序。当各部件未按规定的起重时刻进入工地，或在装卸过程中发生了偏差，将会对整个工程造成很大

的干扰，进而导致整个工程的进度缓慢。

2. 构件安装、吊装精度高，校正难度大

通常，由于房屋的轴线间距，预制梁板体积大，自重大，造成其施工作业困难。假如在构件的安装上产生了偏差，那么要花费大量的人力和物力来进行调节，而且，当预制件与现浇结构组装为一个整体之后，产生了偏差，就不能进行调节了。在构件安装前和安装时，一定要精益求精，准确无误，校验、核实轴线定位及标高，并在安装后进行多次复查，提高构件安装、吊装的精度。

3. 施工工序衔接紧密，协调难度较大

装配式建筑的建设，要进行全面的计划，从预制构件的加工，装车，进场顺序，到吊装设备和吊具的选用；安装周期、管线铺设、外架保护系统等，确保了整个工程的效率和秩序，实现了整体规划。这些工作的哪个环节出了问题，都将对工程的整体实施产生很大的影响。在紧张、复杂的施工过程中，增加了施工的协调和施工的困难，增加了施工的质量和安

（三）针对装配式建筑施工技术难点的措施

1. 重视工程施工之前的准备工作

在项目建设开始之前，要与图纸设计者和零件制造者保持良好的联系，对零件进行熟练的分解，精确地画出零件图。对吊装区域进行划分，并与构件的实际生产能力及吊装计划相联系，对构件及模具的加工计划进行科学地制定，对预制构件的装车顺序、运输顺序及进场顺序进行合理地规划。在进入工地之前，对预制块的型号，尺寸，外观，质量等进行检验，以保证满足工程的要求。并在部件上，对部件所在的吊装区域和吊装顺序号码进行标记，将部件进行摆放，这样可以让吊装工在实际操作中更加容易，从而减少误吊率。

2. 构件的运输

在拼装工程中，构件的搬运和堆砌是拼装工程中的一个重要环节。因此，必须针对其装配要求和力学特性，采用适当的搬运措施，以确保其在搬运时不会受到损伤。在装车的时候，要对预制元件进行计算，并将其堆积的层数进行确定，然后选取合适的特殊运输架，使用钢索和紧固器将其进行捆绑和固定，这样才能确保在运输的时候，预制元件能够保持其稳定性。在预制件与预制件之间，应设有对降低预制件本身受力有利的枕木或其他物件，并在上部和下部均设有橡胶垫。

3. 预制构件进场与堆放

该工程的预制块堆场设在该建筑的西部，临近正在建设的塔式起重机。因为工地的面积比较小，所以不能

保证大量的、大型的部件可以在工地上进行堆放，所以必须对部件的进入和堆积的顺序进行科学的安排。零件不能乱堆，必须根据零件的数量顺序排列，以便在工地上进行吊装。在构件交叠堆砌时，各构件间的垫块应在上部和下部对齐，并根据构件和垫块的受力情况来决定建筑物的堆砌层位。

4. 预制构件吊装准备

在吊装预制构件之前，应对其吊架进行分类，并根据其形状、数量和尺寸，将其安装好。决定零件个数，时间愈久，塔的个数愈小，时间愈短，塔的个数愈大。在这个工程中，吊装扁担的时候，使用的是HM300mm×200mm×8mm×12mm型钢，它的直径是4m，吊耳使用的是1.6cm的厚钢板，在型钢的吊耳部位的腹板处，加焊27cm×9.6cm×0.8cm的加劲钢板。在选取吊装扁担时，在扁担的底部设有3组吊耳，保证在吊装时，钢索保持垂直，以降低构件由于受到水平分力而产生的旋转。在对吊耳进行受力验证时，按照常温下的吊耳进行了设计，吊耳使用的Q235B钢板的最大拉伸应力 $\sigma=113\text{MPa}$ ，吊耳横断面 $S_1=5\text{cm}\times 1.6\text{cm}=8\text{cm}^2$ 。因此，吊耳的拉伸力 $N=s_1=113\times 8=904\text{MPa}$ 。经分析，本项目使用1.6cm厚度的钢片作为起重耳片，其起重性能符合本项目的起重要求。

5. 轴线位置与标高控制

可以利用水准仪、钢尺、激光垂准仪等对轴线位置与标高进行精确测量，多点复查，轴线允许误差如表1所示。计量控制应按高低顺序布置，误差不得超过0.3厘米。并在楼体外围设立标高控制台，各楼层的标高偏差不得大于0.3厘米，并做好轴向定位和高程控制，以保证吊运结束表面的平整，达到工程要求。

表1 测量允许偏差及检查方法一览表

项次	项目	允许偏差/cm	检查方法
1	轴线偏移 中心线位置	0.4	钢尺检查
2	标高闭合 中心线位置	0.5	水准仪、塔尺检查
3	建筑物高度 全高	3	钢尺检查
4	建筑物垂直度 全高	小于全高的 1/1 000,且小于3	铅垂仪、线锤检查

6. 强化安装过程控制，确保施工质量

以叠合板的安装为例，叠合板的预制板端与支座的放置距离不能超过1.5cm，板端支座处的预制板内的纵向受力钢筋应该从板端延伸出来，并将其锚固到支座梁中。在支架的中央处，螺栓的直径应超过5cm，不宜超出支架的中线处。在预制叠合板的接缝处，粘上0.2cm

的厚泡沫胶条，沿板缝方向，以150mm的间距，铺设10mm的一级钢筋（10mm直径的一级钢筋，每隔150mm放置）。安装拼缝钢筋，将其两端固定在8mm厚的三层钢上，然后用特殊的接缝剂进行接缝处的接缝处。要对模板的支撑和拆模进行严格的管理，防止在拼装后产生开裂。

7. 外架防护选择

本工程1-3楼为落地外双层支架，3-11楼为悬挂式双层支架。机架的立式高度为20米。悬挂层位在8楼，4楼楼板，悬挂式外框架的一头用工字形钢筋与主楼连接。采用高温处理后的高强度螺栓将吊梁和房屋进行联接，采用斜拉圆形钢索将吊梁和房屋紧固在上面。悬挂梁与悬挂式脚手架相连，其受力能力可满足悬挂式脚手架的自重和张力的要求。悬挑梁安装的效果图如图2所示。

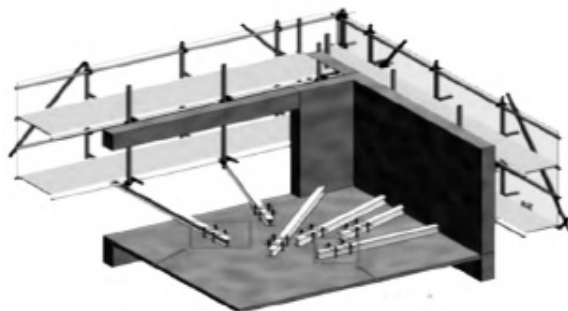


图2 悬挑架安装效果图

8. 支撑体系计算

叠合楼面板的支承系统为带扣型钢管排架柱，为单面平板的设计。在单边加载时，可以防止薄板的断裂。使用扣件式钢管 $\Phi 4.8\text{mm}\times 2.8\text{mm}$ 可调顶撑，横肋木方为40mm×90mm木方，木方间距0.45m，立杆间距90cm×90cm，水平杆步距不大于1.8m。经过实际施工，证明本设计是切实可行的。

总而言之，装配式建筑经过长期发展，施工技术明显进步，针对施工过程中遇到的技术问题，积极采取措施，解决施工过程中的运输、堆垛、构件吊装、轴线位置和高程控制等构件以及外部框架防护支撑、增加预制构件施工发展动力等问题。

参考文献

[1] 吴弼才, 岳宸弘, 黄晖. 浅析装配式建筑施工质量问题及防范措施[J]. 装饰装修天地. 2019, (12).
 [2] 严海勇. 浅谈预制装配式建筑施工常见质量问题与防范措施[J]. 建筑工程技术与设计. 2017, (24).
 [3] 鲍仙君. 装配式建筑施工技术管理措施分析[J]. 散装水泥, 2023 (02): 76-78.