

装配式建筑成本分析要点及优化措施分析

马瑞君

广东省水利水电第三工程局有限公司

摘要：伴随着我国绿色环保现行政策的必须，装配式建筑已变成城市建设关键结构形式，运用优点更加明显。作为施工企业，在进行装配式结构施工过程中时，怎样降低成本增加工程效益，已成为业界重点讨论的话题。通过东莞市塘厦镇天悦家园项目，分析装配式建筑的成本构成与特点，进一步明确装配式建筑的成本分析要点，提出普遍性成本控制措施建议，为装配式建筑成本管理提供帮助，提升工程效益。

关键词：装配式建筑；成本分析；优化措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.09.081

在我国经济大力发展以及全国各地政府大力支持的情况下，装配式建筑行业的发展是我国建筑行业发展的重中之重，但是作为新兴的建筑产业，装配式建筑在我国仍然存在着相当多的问题，如经验不足、相关产业链不足、专业工人短缺等，这些问题都使得装配式混凝土建筑成本较高，因此进一步控制装配式建筑的建造成本，对于装配式建筑规模化应用、完成建筑工业化有着很大的现实意义。

一、装配式建筑的成本构成与特点

（一）生产成本

在建设过程中，将现浇结构替换为叠合板，将空心砖砌块替换为钢筋混凝土预制隔墙板，另外装配式建筑中还有结构缝灌浆，用于连接不同的预制构件。装配式建筑对材料要求较高，需要采购品级更高的原材料用于预制构件的制作，其中一些原材料的需求量比较大，楼盖部分使用的是叠合板，相较于传统建筑楼盖的厚度更厚，且为了保障建筑质量，需要使用更多的混凝土和钢筋，由此成本有一定的增加。基于此，装配式建筑的生产成本比传统建筑更多，因此应考虑如何从这一角度入手使用更为有效的成本控制手段。在厂家生产过程中，预制构件标准化程度低，模具生产成本高昂的同时，其反复利用率却不高，模具使用一次后便废弃，与同类技术发达国家的装配式建筑的发展仍有不小的差距；缺乏高素质工人，若混凝土强度和钢筋排布达不到规定标准，则不能使用，容易导致成本增加；如果施工时预制构件的预留孔跟施工现场对接不精准，且差别很大，则要重新进行预埋处理，从而造成二次施工。

（二）运输成本

运输费用是装配式建筑中不可避免的，预制构件在工厂中生产完成后，需要运输到不同区域的施工现场，因此预制构件的运输可以与专业的运输公司长期合作。运输费用的高低跟距离、路况、产品质量与体积等有很大关系。此外还有运输效率，主要包括产品装卸载以及运输车队的调度问题。若运输距离越远，则每单位体积的运输费用越高，运输距离越近，每单位体积的运输费用越低。而由于装配式混凝土体积一般较大，车辆的运

输能力有限，从而运输车辆需要反复调度，运输成本显著提升。运输时混凝土刚性较强，容易受到伤害当损坏程度过大时，应废弃使用并通知工厂重新预制相同规格的构件，这样不仅延误了施工工期，还增加了生产构件的成本。

（三）施工成本

装配式混凝土建筑的施工阶段的成本，主要包含现浇部分混凝土成本、构件吊装工程成本、部分砌筑工程成本、抹灰工程成本、保温做法成本、措施费。施工安装阶段的成本问题有：装配式构件不仅体积大，质量也偏大，施工时并不方便，且利用机器设备的吊装费也较贵。如预制楼梯的安装，当其体积过大时，在吊装施工时需作从中间截断的处理，进行多次施工，延长了工期，相应的人工费也由此增加。且施工过程难免存在损耗，造成构件损耗，当破损程度较高时，则不能再使用，为了建筑安全，需要废弃破损的构件，并产生二次制作费用。

二、装配式建筑的成本分析要点

（一）成本构成细分

依据前文，装配式建筑主要成本为生产成本、运输成本和施工成本，即将整个工程建设周期划分为三大类，基本细节内容依据图1和图2设定。

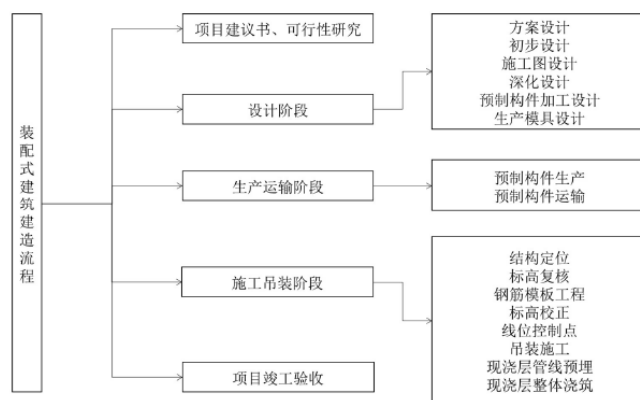


图1 装配式建筑建设基本流程



图2 装配式建筑建设基本费用构成

从图1和图2可见，装配式建筑费用多集中在生产、运输和安装环节，其中预制构件生产成本与安装成本的具体构成和影响因素较多，同时成本变化的可能性较大，因此在成本分析时需要进行增量考虑。①设计中的增量成本。主要取决于预制构件中深化设计和设计方案调整所产生的费用。②构件生产增量成本。主要取决于生产过程中所用的工艺、材料使用、生产过程中的材料价格波动。③运输环节的增量成本。主要取决于运输方案、路线、二次运输或二次搬运费用等。④施工环节的增量成本。主要取决于施工现场工艺技法、吊装与安装方式、现场管控费用等。

(二) 成本指标体系构件

通过对成本项目进行细分，建立起能够直接表现装配式建筑工程成本的细化清单，并以此作为基础开展后续成本分析。清单内容如表3所示。

表3 装配式建筑工程成本清单（部分）示意

一级指标	二级指标	备注
设计成本C ₁	设计费用C ₁₁	设计的基本费用
	深化费用C ₁₂	设计方案的细化与调整
生产成本C ₂	基本费C ₂₁	人工、设备的基本费用
	材料费C ₂₂	所用材料总价
运输成本C ₃	运输损耗C ₃₁	运输时构件的损坏程度
	基本费用C ₃₂	运输方案及人工费用
施工成本C ₄	设备C ₄₁	各类机械使用综合费用
	人工C ₄₂	参与施工的人工费用
	施工损耗C ₄₃	施工时构件的损坏程度
...

依据成本细化清单，对工程成本的指标进行二次划分，便于进一步分析和计算成本。①费用指标（成本指标），即由实际工程建设项目产生的控制性指标，包括项目总造价和人工、机械、管理等各类费用综合。费用指标主要依据单方造价进行合理性判断，计算公式为：

$$C = \sum \frac{Q_e \cdot R_e \cdot T_e + Q_f \cdot R_f \cdot T_f + Q_g \cdot R_g \cdot T_g}{S} \quad (\text{式中：} C \text{为单方造价，} Q \text{为消耗量加权平均值，} R \text{为基期价格加权平均值，} T \text{为加权平均综合价格指数，} e \text{代表人工项，} f \text{代表材料项，} g \text{代表施工机械项，} S \text{为建筑面积值。})$$

②工程量指标。以设计为基础，结合施工实际展开的工程总量，可实现对施工工艺或材料的应用工程成本的变化展示。③消耗量指标。在单一项目下，工程建设多消耗的材料、能源、人工等，通过对比实际消耗与预期消耗判断工程成本产生与控制的重点内容。为了进一步分析成本并判断成本的合理性，在相应预制率情况下对所计算成本进行对比，判断某项指标在工程成本中的实际占比情况。

三、装配式建筑成本的优化

(一) 加强施工管理

施工企业需要建立协同作业机制，要促进各个部门之间密切沟通和配合，为成本预算管理工作开展奠定良好基础。施工企业还要建立健全责任机制，将权责落实到个人身上，一旦成本预算期间出现问题，要对负责人及时查找，并由负责人制定专项整改方案，对各项问题全面解决。采用协同高效管理形式，可以降低项目建设期间资金支出，而且能够缩减建筑预算，符合施工企业成本管理和控制要求。针对预制构件的吊装和混凝土现浇过程进行精细化管理，主要包括现场整顿、清洁管理。对施工工序的合理安排。例如看板管理时，需要向上一道工序和下一道工序传递信息，避免了时间成本浪费造成成本增加。

为了使新型装配式建筑更加有效，需要根据当地的施工环境，对方案设计、施工等方面进行选择和分析。在施工过程中，要对每个项目的实际施工情况进行有效的分析，并根据原计划及时进行改进和补充。在预制构件生产方面，预制构件制造商可以直接从预制构件的BIM模型中检索预制构件的几何尺寸信息，根据不同阶段、不同内容的材料需求，制定有针对性的构件生产计划；并随时与施工单位沟通。了解施工进度和具体的材料要求，机电管道以三维图的形式模拟分析机电管道的位置，根据环境要求制定全面的管道布置图，避免管道碰撞或混淆，解决“错、漏、碰、漏”问题，实现机电管线在工程建设中的准确埋接。

(二) 加强工程前期预算

加强对装配式建筑工程项目的掌握，依据具体情况对建设项目的详细情况和各种信息开展全面的调研。以便对项目信息开展优化分析，确保相关工作有条不紊开展，准确把握装配式建筑项目的预算、总面积、数据信息。与此同时，预算管理者在相关工作中，也需要调研装配式建筑方案和各种信息，特别是针对装配式建筑材料、机械设备和人工成本耗费。开展市场调研，充足掌握价格发展趋势。依据工程材料运用，具体设计方案量达到50%左右，不一样级别的材料具有明显差别，预算管理者应仔细分析。针对机械设备和人工的耗费，要建立相对健全的管理方案，根据对各种信息审核和融合，确立审核工作核心内容和范畴，使成本预算的审核品质和效率得以提升，防止因数据信息不确切或误差导致严重影响。

进行预算工作以前，预算工作人员必须先掌握工程合同、工程图纸等相关内容，以保证预算工作在正式开始后可以圆满收工。预算工作人员在进行提前准备及预结算处理项目时，应将其与以前开展的预结算工作进行对比，确立二者差别。但因为全面预算具有一定难度系数，为了更好地保质保量，必须确保预算工作人员的专业素养。其中必须要留意的是，预算人员在工作中，需将预算定额作为首要预算依据，对调节定编花费后的存留信息进行对比，以达到确保审核工作更具有及时性。

(三) 加强工程风险管理

钢结构装配式住宅建筑是一种相对新型的建筑结构

形式,在推广应用过程中成本难以把控问题较为常见,且建筑合同纠纷多发,导致施工不顺利,且会引发一系列质量、安全和成本隐患。分析出现合同纠纷的成因可知,主要包括双方在签订合同时对某项工程内容没有明确约定价款结算调整方法等,此时,某一方会选择有利于自己的方式进行结算,从而导致出现成本纠纷。针对合同风险,成本控制人员应高度重视合同签订环节,尤其要详细分析成本相关条款,确保涵盖预制构件成本、设备维护保养成本等方面,同时要明确成本纠纷处理和索赔处理程序以及价款调整方式等,充分发挥出合同在成本控制方面的效用。

虽然钢结构装配式住宅建筑的施工灵活度较高,但在具体施工过程中,受限于施工现场的主客观因素,可能出现工程变更情况,一旦出现工程变更,将导致设计方案出现变化,由此施工材料、工序等都将出现变化,甚至出现返工等显著增加工程成本的事项。基于此,在对钢结构装配式住宅建筑进行成本控制时,要重点关注安装环节,在安装钢结构装配式建筑的预制构件时,则要严格控制人工费用、塔吊费用等,同时要加强对安装速度和安装质量的控制,缩短安装工期,具体可采用分段流水施工法进行施工,实现多工序同时安装,减少停工次数,确保高质量高效率安装,显著降低安装成本。此外,应严格把控可能导致工程出现变更的因素,严格审核变更申请书,做好现场签证管理,同时审查变更方案,结合市场行情对材料定额进行调整,减少工程变更对造价控制带来的负面影响。

(四) 加强监督管理

在进行装配式建筑工程的成本控制时,要想对施工成本进行严格的控制,就必须对施工过程进行全面的监控和监督,并在施工中发挥监督的功能,使成本管理人员能够对控制方案进行设计,并对其进行深入研究。相较于传统的建筑工程而言,装配式建筑工程的成本相对较高,因此实施科学有效的管理是目前各相关单位的一种发展方向,也是促进企业迅速发展的先决条件。为了从根本上确保施工成本控制的有效性和正确性,应建立施工监督制度,并将其贯穿于工程项目的整个成本管理过程,这是当前建筑企业优化前期预算和成本费用的重要举措。目前,随着装配式建筑工程的建设规模和数量越来越多,为了从根本上加强对施工成本的控制,企业和相关的工作人员必须要严格控制工程成本预算的引导性,综合、整体的考察项目建设中极易出现的变化,同时对这些问题的处理方法进行系统化的建立,确保建筑工程的施工进度按时完成,有利于建筑企业的持续健康发展。同时,在工程施工竣工后,建筑企业也要坚持公平公正的原则,对装配式建筑进行严格的监督和检查,做到赏罚分明,为施工单位继续加强管理工作打下坚实基础。

四、工程案例分折

天悦家园项目位于广东省东莞市塘厦镇。建筑面积为111611.61m²,最高层数为28层,最大高度为89.25米,一层地下室,其中主体结构2层及以下为现浇结构,3层及以上采用预制装配式叠合梁板结构体系,竖向结构为现浇剪力墙。

采用BIM技术协同高效管理。水平结构采用叠合梁板装配式施工,利用BIM技术对后浇层水电管线预埋、钢筋绑扎及保护层厚度进行综合排布,避免管线交叉引起的技术错误,减少返工,降低施工成本,提高本项目的成本控制。

对预制构件节点优化。优化后预制梁端企口,提高吊装精准就位。优化预制板板边放坡,解决面筋、管线、钢筋保护层厚度的难。预制构件节点优化,提质增效,大大提高了吊装、安装效率,达到降本增效的目标。

在前期预算工作中,造价人员对PC构件进行市场调研。本项目主要采用预制叠合楼板、预制楼梯、预制卫生间沉箱、预制C型楼板、预制梁。对不同厂家的PC构件的原材料价、构件制作、包装费、装车费及运费等进行对比分析。通过计算预制构件钢筋含量、依据广州地区信息价、市场价审核综合单价组价表,以及考虑构件厂到项目的运输距离,最终确定预制构件厂,以达到从内部控降成本的目的。

综上所述,天悦家园项目通过优化施工工艺,加强施工管理及分析探究前期预算工作,对项目进行成本优化及成本管控。

总结

装配式建筑开始蓬勃发展,其在成本、环境影响等方面都要优于传统建筑形式,但我国的装配式建筑发展时间还比较短,相关支持理论还需进一步完善。另外,在成本控制方面,装配式建筑需要关注的内容较多,因此比较容易出现相关问题。这些都需要建筑施工企业和相关部门给予更多关注,这样才能更好地开展预制构件成本控制。

参考文献

- [1]安玉华,张博.基于价值工程的装配式建筑成本分析[J].四川水泥,2023(04):121-123.
- [2]姜畔,韩超,李子龙,孙瑞敬,孙晓勇.装配式建筑成本控制研究[J].石材,2023(03):129-131.
- [3]吕利涛.预制装配式建筑施工技术的成本优化研究[J].中国建筑装饰装修,2023(03):65-67.
- [4]王珺.装配式建筑成本构成分析与控制策略[J].中国建筑装饰装修,2022(24):141-143.
- [5]吴碧熙.装配式建筑工程成本预算与成本控制问题探究[J].居业,2022(12):142-144.