

装配式建筑预制构件的运输与吊装过程 安全管理研究

常春光,常仕琦

(沈阳建筑大学管理学院,辽宁 沈阳 110168)

摘要:介绍了装配式建筑预制构件在运输与吊装阶段的具体工作流程,分析了预制构件在运输与吊装阶段存在的具体问题。针对运输阶段的具体问题,提出了构件运输路线选择、道路勘察、运输车辆型号选择、构件装车摆放方式、构件临时存放地选择等方面的解决措施。针对吊装阶段的具体问题,提出了安装临时支撑、起吊方式、吊装机械选择、构件灌浆料施工、人员素质提升等方面的应对措施。

关键词:装配式建筑;安全管理;运输;吊装

中图分类号: TU714

文献标志码: A

随着我国经济的蓬勃发展,各行各业都在响应国家发展规划做出变革与创新,建筑行业作为我国的支柱型产业之一,也正在向工业化、产业化方向迈进。装配式建筑以其高效、节能、环保的特点正逐渐进入人们的视野,以适应社会大众对于住房的需求。截至目前,我国已有大量学者从不同角度、不同方面对装配式建筑展开了深入研究。

常春光等^[1]从建筑施工安全评价及管理措施方面进行了研究;齐宝库等^[2]指出了装配式建筑发展瓶颈与应对措施;罗杰等^[3]着重研究了装配式建筑施工安全管理的若干要点;朱传建^[4]分析了装配式住宅现场施工技术与安全风险管理;史玉芬等^[5]在SWOT分析的基础上对我国装配式建筑发展对策进行了研究;叶浩文等^[6]对装配式建筑一体化数字化建造进行了思考与应用;苏杨月等^[7]对装配式建筑的施工质量问题进行了改进研

究;何宇峰^[8]对装配式建筑施工特点与安全管理措施进行了分析;赵文虎^[9]对装配式住宅施工安全风险进行了探析;文栋峰等^[10]对装配式建筑施工质量问题与防范措施进行了研究。

目前我国装配式建筑还处于发展的初级阶段,规范与制度尚未健全,加之预制构件在运输、存放、吊装等方面存在诸多问题,严重威胁施工一线人员的人身安全,损害企业自身利益,给社会造成不良影响。为降低施工现场安全事故发生率,应加强施工现场的安全管理,制定相应措施,进而推动装配式建筑向着健康、可持续方向发展。

一、装配式建筑预制构件的运输与吊装 工艺流程

装配式建筑预制构件类型繁多,体型庞大,在构件运输、构件吊装、吊装后的灌浆料

收稿日期:2018-05-09

基金项目:国家自然科学基金项目(51678375);辽宁省自然科学基金项目(2015020603);辽宁省高等学校基本科研项目(LJZ2017009)

作者简介:常春光(1973—),男,辽宁辽阳人,教授,博士。

施工、成品保护等一系列工作中要格外注意，以保证施工的顺利进行。根据装配式建筑预

制构件在运输与吊装阶段的工艺特点，其工艺流程如图 1 所示。

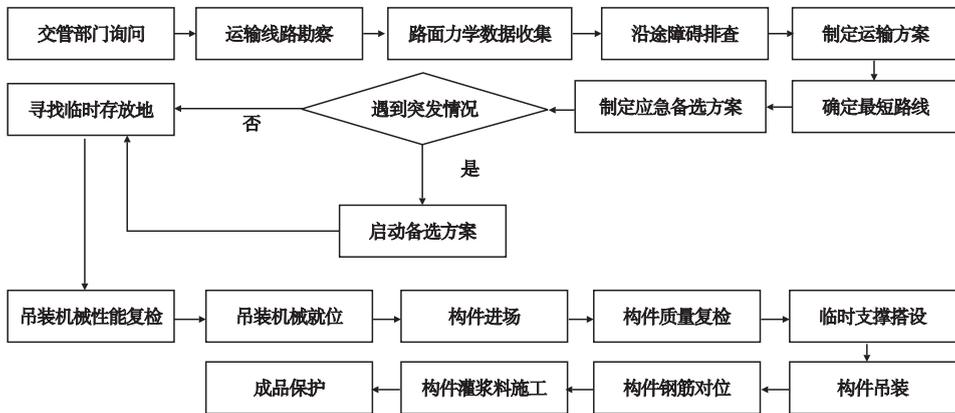


图 1 预制构件的运输与吊装工艺流程

二、装配式建筑预制构件运输与吊装过程的安全问题

引领建筑行业的变革，但是因其施工方式的特殊性，安全问题绝不可忽视。

虽然装配式建筑以其特有的优点正快速

1. 运输存放阶段存在的问题

运输存放阶段存在的问题如图 2 所示。

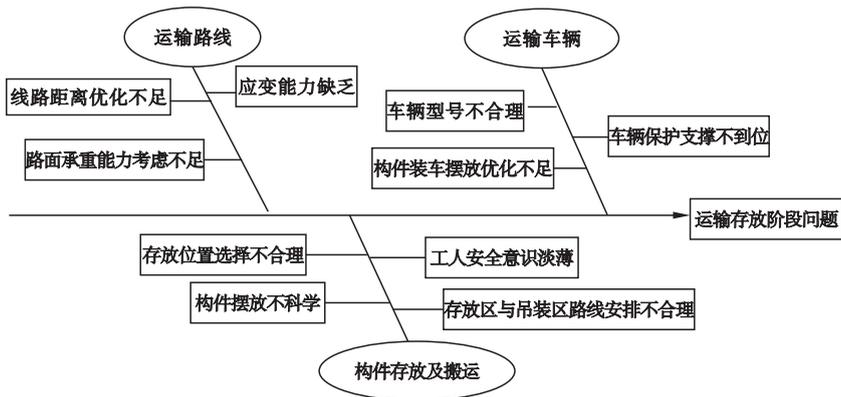


图 2 运输存放阶段的问题

(1) 车辆选择问题

在混凝土预制件 (precast concrete, PC) 构件运输中选择不合理型号的运输车，甚至有些单位用中小型的货运车，经过简单绑扎就上路，这都是极度不负责任的表现。众所周知，预制混凝土楼板、墙面、楼梯等构件的长宽比例较之长厚比、宽厚比具有明显的差别，如果车辆型号不对，在运输过程中由于摆放不正确，车的两侧护栏保护措施不到位，就极有可能发生构件滑落、损坏。此外，施工现场场地坑洼不平，运输车在颠簸运行中也会发生构件倾覆。

(2) 运输路线问题

预制构件从加工厂运输到施工现场之前，应该制定一个合理的运输方案，进而确定最优运输线路。从以往工程案例来看，此阶段往往被忽视或者凭借经验草率制定方案，对于一些突发事件缺乏应变能力，如交通堵塞，某一地段车辆限行、限高、限重等。此外，由于路况勘察不到位，路面崎岖不平，不仅使运输时间大大增加，也使构件在运输途中磨损增大，影响构件质量，进而影响施工安全。

(3) 构件存放及搬运问题

① 构件运到施工现场之后，需要对构件

进行合理的存放。如果选择的构件存放位置坑洼不平,带有积水,加之该位置没有足够的承载能力,那么除了在积水侵蚀下构件强度降低外,还会发生构件倾覆。

②预制构件存放时,由于构件之间的垫块摆放不规律,受到垂直荷载的影响,易对构件造成损坏。构件在码放时,例如预制楼板,如果码放层数过高,则易对底层楼板产生挤压,还会对堆垛稳定性造成影响,对周边现场及施工人员造成安全隐患。

③施工人员安全意识薄弱,操作不当。

例如,构件在不稳定状态下直立堆放,未加任何侧向临时支撑,极有可能造成构件倒塌。

④存放区和吊装区路线安排不合理,造成二次搬运,在运输途中也会造成大大小小的安全事故。

2. 吊装阶段存在的问题

吊装阶段是装配式建筑的核心环节,目前我国装配式建筑施工过程中,这一阶段的安全事故频发。吊装阶段存在的问题如图3所示。

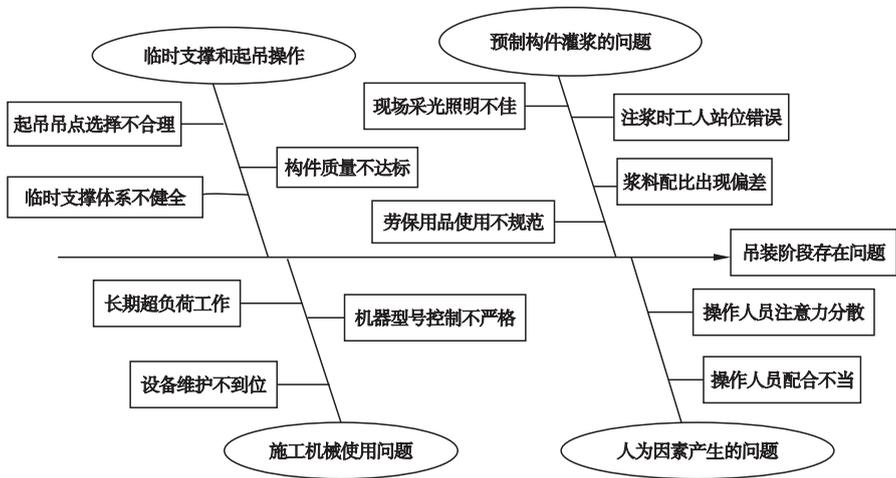


图3 吊装阶段的问题

(1) 临时支撑和起吊操作存在的问题

①由于临时支撑体系不健全或者处于不稳定状态,导致构件在吊装时容易出现失稳倾翻或者滑落,对周边施工人员的人身安全造成了极大的威胁。

②在构件吊装过程当中,塔吊吊钩直接与预制构件上的预留钢筋进行直连,或者连接构件上的起吊点。以往发生的事故案例表明,由于预留钢筋长度不够或者混凝土强度不达标,造成钢筋在起吊时被直接拔出,或者起吊点位置设置不合理,在吊装过程中由于受力不均造成构件脱落,这对下方施工人员来说是致命的危险。

(2) 预制构件灌浆存在的问题

在灌浆工作过程中,由于主管领导没有进行相应的安全技术交底或者技术交底不够深入,以致工人在操作过程中疏忽相关要点,

不仅对工程质量造成不良影响,还会对操作人员的安全产生威胁。

①施工一线人员对劳动保护用品使用不规范,尤其在北方地区的夏天,由于天气炎热,工人几乎不佩戴安全帽、护目镜。而在灌浆过程当中极易发生喷浆情况,一旦喷入工人眼中,就会对其造成极大伤害。

②灌浆现场的采光、照明设施配套不完善。夜间工作时(灌浆不宜在夜间施工,这里指在特殊的抢工时期),工人没有佩戴绝缘手套或者未穿绝缘鞋,由于安全意识薄弱,停止注浆后,没断电就移动设备,这样极易发生触电危险。

③注浆管质量不达标,现场工人的站位不规范,在注浆时极易因浆管崩裂而伤人。

④浆料配比过程出现偏差,灌浆时由于浆料水分不足堵塞设备或者管道,使浆管接

头处崩开,对周围工人和其他设备造成损伤。

(3) 施工机械选择和使用的问题

施工机械的使用常常超出其荷载范围,建设单位为了节约塔吊等设备的相关费用,本着“能省则省”的原则进行租赁或购置。在购置设备的过程当中,对其型号控制不严格,或者长时间对其进行超负载吊装工作,设备自身的性能就会出现问题,导致其在运行过程中出现停摆,构件滞留空中,无论对施工人员还是现场其他设施都是巨大的威胁。

(4) 人为因素产生的问题

①由于施工现场塔吊工作人员任务繁重,工作强度非常大,加之人的精力是有限的,工作中难免出现分神、注意力不集中,甚至是疲惫的状态。在这种情况下,工人的操作极易发生失误,导致构件在连接过程当中发生碰撞,造成伤人事件。

②地面指挥人员与塔吊工作人员之间的协调配合也是一个值得注意的问题,如果双方之间的沟通不顺畅,也极有可能引发安全事故。

三、装配式建筑安全管理的应对措施

1. 运输存放阶段的应对措施

(1) 运输车辆的选择

根据前文所述,建设单位应该理性把握“能省则省”的原则,不能一味地节约成本。

①解决此类问题,需要了解专用的PC构件运输车,国外是根据预制构件自身尺寸和性能来量身定做托盘运输车,当构件重量超过一定限度时,可选液压悬架作为悬挂方案,如果构件易磕碰,也可采用空气悬架。此外,车上的负载固定装置也可调节构件的纵向倾角,可使其牢牢固定在所需位置。

②我国自主研发的PC构件运输车,对构件两侧的保护相对来说比较到位,由于其中间为预制构件装载区,并且钢架结构具有滑动功能,对于在运输道路上可能出现的构件滑落,或者场地坑洼不平造成的构件挤压损坏问题,都有较好的改进。

(2) 运输线路的确定

①在构件运输之前,应该对加工厂到施工现场的路线进行精确的勘察,对沿途可能经过的桥梁、隧道、桥洞、山脉做详细的记录。

②对桥梁、隧道、桥洞、山脉等基础设施的最大承载力和其他力学数据进行总结,归纳其允许的通行高度、宽度、重度、坡度等,并对沿途是否有障碍物等做详细记载。

③坚决杜绝根据经验或者询问得来的数据制定运输方案,有必要去当地交管部门深入了解路况,对可能穿过的铁路、有轨电车道等要格外注意,以免造成车祸等伤亡事件。

④运输线路应该达到最短距离,有必要仔细查看该地区道路规划图纸,确定最优运输线路。为防止突发情况,最好在此基础上再规划一条备选线路。

(3) 构件临时存放区域的选择

构件一般应避免二次搬运,特殊情况下,当构件需要临时存放时,存放区域的选择极为重要。

①存放区域应该合理安排,其位置与施工区域、生活区域应该有效协调,尽量使构件在施工现场的运距达到最短,降低一切可能出现的危险因素。可以借助运筹学中的最短路径思想,采用矩阵法来确定构件存放区或者仓库的位置。先在施工现场拟定若干个构件存放地,在明确运输道路的前提下,将场地中的施工区域、生活区域、加工区域等进行统筹规划,精确计算每个施工区的构件用量,求出存放地与施工区之间距离和该区构件用量的乘积,继而确定最佳构件存放区。

②构件重叠堆放时,构件之间的垫木或者其他垫块应该摆放在同一直线上,且其在堆放时,如遇刚性搁置点,应在中间塞入柔性垫片,以防止构件损坏。预制楼板等构件堆放层数应该不大于6层。

③在确定好存放区域后,一定要按照构件类型分类设置,让现场保持绝对平整和干燥,并且应该提前摆放好专用构件存放架,绝对禁止工人在此区间内逗留、休息。

④施工人员必须具备相应资质,接受培

训,为临时摆放区内的构件设置支撑,且定时检查其牢固度、稳定性,直至运往吊装区。

2. 吊装阶段的应对措施

从现场施工管理整体来看,吊装阶段的安全风险要高于混凝土预制构件的运输阶段,若想全面降低施工全寿命周期的风险概率,吊装阶段应当是加强管控的重中之重。

(1) 临时支撑和起吊方式问题的应对措施

1) 临时支撑体系的搭建常常是施工人员容易忽视的重要环节,建立一个稳固的临时支撑体系是吊装阶段必不可少的工作,混凝土预制构件的类型和用途不同,临时支撑体系的搭建也会有所不同:

① 竖向构件安装专用工具式支撑系统(简称 PC-V-GZC),常用于竖向构件的安装,比如对于装配式预制外墙的安装,该系统较传统支撑方式做了相应改进,与构件之间形成了专门的通用节点。在安装外墙时,对于竖向位置能够实现有效调控,当然,在运行该系统之前,也要对楼板的强度进行控制,以便达到支撑受力的要求。

② 水平构件安装专用工具式支撑系统(简称 PC-H-GZC),常用于横向构件的安装,比如装配式叠合楼板的安装,该系统以一根钢支撑搭配各种型号的插孔即可实现不同的支撑高度。当然,也要根据叠合楼板的实际规格,计算其实际支撑点的个数,且标高应与两侧墙体留标高相对应。此外,在用钢管设置斜撑的时候,斜撑与地面夹角应始终在 50 度上下波动,上支撑点的位置最好在构件高度的 2/3 处,为了稳重起见,最好在构件下部加设短斜撑。

2) 预制构件的起吊位置、起吊点的设置必须经过专业设计人员的精密计算,且各个构件都应有各自独立的起吊位置、指定吊点。

① 严格遵循相关规定和要求进行起吊与运输,绝对禁止通过构件内部的非起吊钢筋及预埋件进行起吊工作。

② 禁止在非起吊点的位置进行起吊,如需增设或减少起吊点数量,需经过专业设计人员勘察后同意,方可进行操作。

③ 对于一些不需单独设置吊点的构配件,比如对叠合楼板进行吊装时,需要经专业人员仔细计算吊点承载力要求,确保满足承载力要求之后再继续进行下一步的工作,避免出现意外情况。

④ 对于混凝土构件的制作一定要及时与材料供应商做好沟通,有必要进行相应的监督以确保构件质量和混凝土强度满足要求。

(2) 预制构件灌浆问题的应对措施

① 在灌浆施工前,负责人必须对工人做好深入的安全技术交底,并且做好培训工作,使其掌握一定的安全意识和操作水平,确保工人一次性完成操作,明确此操作具有不可逆的特点。为防止浆料喷入工人眼中,必须强制其佩戴护目镜、安全帽等防护措施。

② 施工现场必须具备足够的照明设施,以满足夜间施工需求,并且所有用电设施必须由专业电工拉设,配备专业三级箱,现场用电电压要保持在安全电压范围内,及时清理现场地面积水,保持地面整洁。强制要求现场作业人员穿戴绝缘手套、绝缘鞋。在注浆完成之后,确保所有用电设施的电闸关闭再移动设备,坚决杜绝在插电过程中移动设备。

③ 在注浆开始前,要全面细致地检查注浆管的质量,如发现裂缝破损等情况要及时上报。在注浆设备准备就绪时,要了解周围情况,确定无误后开始注浆,注浆时操作者一定要站在注浆设备的侧面,切不可随意停靠,以防止在注浆过程中浆管崩裂伤人等突发事件。

④ 灌浆料必须严格按照设计规定来进行配比,在配比过程中要安排专人监督,保证浆料达到使用要求,防止浆料过干堵塞灌浆设备,使设备接头和注浆管崩开,且灌浆要使用专用灌浆设备。

(3) 施工机械选择和使用问题的应对措施

① 吊装机械的选择在吊装阶段的安全管理方面发挥着不容忽视的作用,在选择吊装机械前,一定要严格按照构件尺寸、楼层高度、机械性能参数是否符合施工要求等进行筛选,并且要事先确定构件自身的质量和额定起重量,还要观察螺栓和螺母是否松动。

②吊装时,应将吊装弯矩严格控制在合理范围内,如叠合梁和板的预制部分,其上表面往往不配置钢筋,只是在梁和板的下表面配有纵向钢筋,因此应严格控制吊装时负弯矩的大小。同时,要对构件的重心进行准确定位,避免在垂直吊装时垂线与重心偏离,使构件失衡,进而发生危险。

③在吊装时应该尽可能地采用两根吊索,使构件保持平衡。以往事故显示,采用一根吊索时构件在有风天气可能发生失稳旋转,极其危险。

④在构件上升过程中应尽量试吊一段距离,在构件下放时一定要保持匀速状态,避免惯性作用对构件造成损害。

(4) 人为因素问题的应对措施

施工人员所具备的安全意识在安全管理中也发挥着一定的作用,施工人员从传统现浇的非技术工种逐渐转向特定的技术工种,其间的专业培训必不可少。

①现阶段我国多数装配式施工项目部的安全培训措施是采取技术培训与操作考核相结合的形式,考虑到施工人员的文化水平,面对面询问机制是一个不错的选择。

②技术培训中可以组织观看一些典型施工事故案例,使其从思想上重视起来。实行颜色警示的方法也是可行的,在施工重点区域以醒目的颜色进行提示。此外,邀请专家来现场进行讲解也十分必要。

③施工人员经考核合格后方可进入现场,塔吊工作人员以及地面指挥人员应该实行轮换机制,并且对这两个工种应该进行专业培训,提高彼此之间的默契程度,考虑到人的精力有限,坚决杜绝其长时间无间歇工作。

④应在吊装场地设置一名安全监督员,实时跟踪吊装进度,监督与排查安全隐患。

3. 应急预案的制定

在预制构件运输和吊装过程中,为避免产生安全问题,应该严格按照相应规定进行规范操作。但实际工程情况复杂多变,许多突发情况难以避免,施工单位需要制定一套完善的应急预案,对突发事件做好应急处理,最大限度地将损失降到最低。在应急预案制定前,应该先成立应急指挥部(见图4)。

应急小组成立完毕,一旦遇到突发安全事故,则按照下列流程有秩序地进行应急处理(见图5),最大限度地降低伤亡和财产损失。

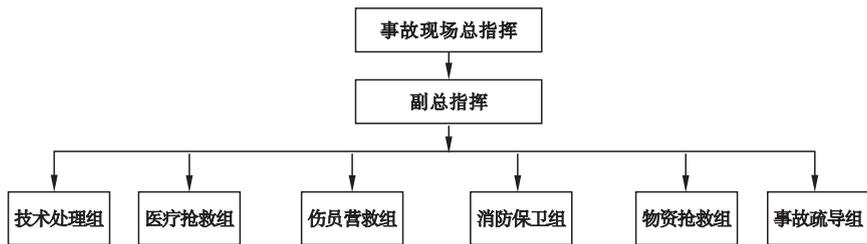


图 4 应急指挥领导班子

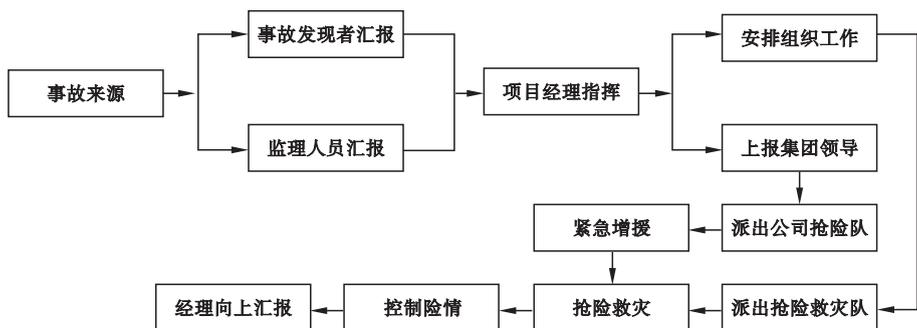


图 5 应急指挥流程

四、结 语

装配式建筑替代现浇施工作业已成必然趋势,建筑工业化、产业化将是今后我国建筑行业的主导方向。在装配式建筑发展过程当中,安全问题绝不能忽视,笔者针对装配式建筑施工在运输及吊装阶段的安全问题所提出的应对措施对装配式建筑施工安全管理具有一定的参考价值。通过控制运输和吊装阶段的安全问题,不仅能够保障施工人员的人身安全,也能够提高装配式建筑项目的施工质量。

参考文献:

- [1] 常春光,颜蕊蕊. 装配式建筑施工安全风险评价及管理措施[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2017,19(4):400-403.
- [2] 齐宝库,张阳. 装配式建筑发展瓶颈与对策研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2015,17(2):156-159.
- [3] 罗杰,宋发柏,沈李智,等. 装配式建筑施工安全管理若干要点研究[J]. 建筑安全,2016(8):19-25.
- [4] 朱传健. 预制装配式住宅现场施工技术与安全风险管理[J]. 建筑节能,2017(8):203-204.
- [5] 史玉芬,康坤,王秀芬. 基于SWOT分析的我国装配式建筑发展对策研究[J]. 建筑经济,2016(37):5-9.
- [6] 叶浩文,周冲,樊则森,等. 装配式建筑一体化数字化建造的思考与应用[J]. 工程管理学报,2017,31(5):85-89.
- [7] 苏杨月,赵锦锴,徐友全,等. 装配式建筑生产施工质量问题和改进研究[J]. 建筑经济,2016(11):37-39.
- [8] 何宇峰. 装配式建筑施工特点与安全管理措施[J]. 安全生产,2017(5):261-262.
- [9] 赵文虎. 建筑装配式住宅施工安全风险探析[J]. 建筑安全,2017(5):13-15.
- [10] 文栋峰,温涛. 装配式建筑施工质量问题与防范措施[J]. 建材与装饰,2016(11):24-25.

Research on Safety Management of Transportation and Hoisting Process of Prefabricated Components for Assembly Building

CHANG Chunguang, CHANG Shiqi

(School of Management, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, China)

Abstract: This paper introduces the concrete work flow of prefabricated components in the two stages of transportation and hoisting, analyzes the specific problems existing in the stages of transportation and hoisting of prefabricated components, and puts forward the selection of transportation routes and road survey of prefabricated components. Transportation vehicle model selection, loading mode, component temporary storage selection and other measures are put forward. In view of the concrete problems in the stage of hoisting, some countermeasures are also proposed, such as temporary support for installation, hoisting mode, selection of hoisting machinery, construction of grouting material for components, promotion of personnel quality, etc.

Key words: prefabricated building; safety management; transportation; hoisting