

幕墙工程项目施工进度管理的研究

龚胜军

上海旭博建筑装饰工程有限公司

摘要：本文以幕墙工程施工进度管理作为切入点，简要叙述幕墙项目在进度管理层面的主要技术、管理效果影响因素，剖析幕墙施工进度管理活动的难点，立足实际问题阐述进度管理的优化策略。藉此来帮助建筑企业更全面、准确的了解幕墙施工进度，逐步建立符合幕墙工程建设需要的施工进度管理体系，保证幕墙工程能够按时期完成。

关键词：幕墙工程；施工进度；管理难点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.15.075

引言：进度管理是幕墙工程管理体系的主要构成部分，进度管理不但决定幕墙工程能否在约定时间内竣工交付，同时还与造价管理、采购管理等其他管理活动保持密切联系。随着幕墙工程建设规模的扩大，甘特图等传统管理技术缺乏适用性，无法制定可行进度计划与严格把控现场施工进度，存在工程延期交付的可能性。因此，必须高度重视幕墙施工进度管理工作，规范各个环节的施工，切实保障幕墙施工的质量，为提高建筑整体质量奠定坚实的基础。

一、幕墙工程项目施工进度管理概述

（一）管理技术

在幕墙工程中，常用的施工进度管理技术包括甘特图法、关键路径法和关键链法，各项技术的概念、特点与管理思路有所不同。第一，甘特图法。也被称为进度表法，管理人员根据工程情况与工期目标，提前绘制甘特图，通过横线走向来描述各项施工任务的起止时间、延续过程，帮助管理人员直观了解预期进度、实际进度的偏差情况。此项方法有着简单明了、流程简单的优势，但却无法反应幕墙工程各项活动间的内在逻辑关系，存在管理人员错误分析进度滞后问题原因、采取无效管理措施的可能性。第二，关键路径法。在管理人员不考虑资源限制的前提下，采取逆推方式或是顺推方式来计算时间参数、找寻正确管理路径的一种方法手段。此项技术有着准确描述各道工序相互关系、准确估算工期时间与工序持续作业时间的优势，但也存在突发状况应对不足、缺少足够工期时间安全余量的局限性，容易出现项目延期问题^[1]。第三，关键链法是把幕墙工程施工过程分解为具体工作任务，建立原始进度计划图和找寻关键路径，随后根据项目资源供需情况来重新分配资源、平复资源冲突，最终设置缓冲区进行动态调控。此项技术可以通过缓冲区管理手段来抵消突发状况对工期进度造成的影响，摆脱人为因素、资源约束对施工进度管理活动造成的限制，是现代幕墙工程中综合表现最为突出的进度管理技术。

（二）管理效果影响因素

幕墙工程施工进度管理效果受到内部因素、外部因素的共同影响，这也导致进度管理活动涉及工程建设的

各个方面，任意方面形成纰漏，都有可能造成进度滞后、工期延误的后果。其中，内部因素包括项目部与工程参建单位沟通协调、材料设备进场时间与质量合格率、工艺技术选择、幕墙设计方案、建设单位技术资料移交时间。外部因素包括施工图纸准确率、设计变更、现场环境、气候条件和各类不可抗力因素。

二、幕墙工程项目施工进度管理难点

（一）资源使用冲突

幕墙工程普遍作为高层建筑工程的组成部分，为缩短工期时间、提高工程效益，选择同步开展幕墙施工与其他专业的现场施工作业。在这一工程背景下，有可能出现资源使用冲突情况，没有及时为幕墙作业调拨足够的人、机、材资源，进而引发现场停工、班组入场时间不及时、工序延期交接等一系列问题出现。

（二）缺乏足够余量时间

在幕墙工程中，传统进度管理技术按照90%或其他标准作为完工概率，在其基础上来估计工期时间，预留10%工期作为安全余量，利用安全余量时间来消除突发状况对施工进度造成的影响。但根据实际管理情况来看，现代幕墙工程有着工艺流程繁琐、建设规模庞大、影响因素众多的特征，在施工期间偶尔出现材料设备延期入场、设计变更、现场停工、返工等状况，所预留安全时间较少，很难在约定时间内把幕墙工程竣工交付。

（三）缺乏动态管理手段

幕墙施工是一项长期性的建设活动，在现场施工期间会持续产生变量因素，对施工进度计划执行效果造成影响，最终导致预期进度、现场实际进度产生偏差。与此同时，在传统施工进度管理体系中，缺乏有效的动态管理手段，由管理人员通过查阅进度表或其他图件来掌握进度偏差情况，根据主观判断来选择是否采取进度调控措施。时常因进度调控不及时而延误工期进度，或是因忽视多道工序的累积偏差而造成工程延期交付的严重后果。

（四）管理保障问题

幕墙施工进度管理是一项综合活动，除去制定施工进度计划、计划执行纠偏调控等关键任务外，还要求管理人员做好参建单位沟通交流、监督物资材料供应情况、专业协调处理等其他工作。然而，当前部分建筑企业并未关注到此类问题，没有为进度管理活动开展提供有力保障，这也使得幕墙现场施工情况、进度管理效果充满不确定性。

三、幕墙工程项目施工进度管理策略

（一）编制施工进度计划

在编制施工进度计划时，管理人员必须遵循实际出发原则，根据幕墙工程情况来合理安排各道工序作业时间、班组进退场时间与调配所需使用到的施工资源。同时，还应掌握任务分解、工期计算、确定关键工序、分

级编制节点计划四方面的管理要点。

第一，任务分解。管理人员把幕墙施工活动分解为若干任务单元，以作业段或是具体工艺环节作为单个任务单元。随后，明确规定各个任务单元的持续作业时间、开始时间与竣工交付时间。

第二，工期计算。管理人员使用MS Project软件来编制进度计划图，借鉴同类幕墙项目案例与本工程资料信息来准确估算总体工期时间，并估算测量放线、预埋件安装、龙骨安装等各道工序的持续作业时间。也可选择搭建BIM模型，使用软件自带工具开展模拟试验来估算幕墙安装工期时间，试验结果更为贴合工程现场实际情况^[2]。同时，为消除突发状况造成的影响，管理人员还应参考同类项目案例与结合幕墙工程现场实地考察情况，在工期估算结果中预留一定比例的冗余时间，后续在冗余时间范围内解决突发问题、追赶施工进度。

第三，确定关键工序。管理人员根据施工技术方案来确定工艺流程与关键工序，后续把控制各道工序起止时间、进度偏差比例作为管理重点。正常情况下，把测量放线、预埋件安装、龙骨安装、层间封堵与防火避雷处理、中间验收、幕墙板块安装、淋水试验作为关键工序。

第四，分级编制节点计划。为确保施工任务层层落实到位，提高进度计划的可操作性，管理人员需要依次编制总体计划、二级计划与日进度计划。其中，总体计划作为施工进度管理与现场作业的纲领性文件，计划内容包括工期时间要求、里程碑时间节点、项目概况和工程现场环境状况等。二级计划为年度计划或是月度计划，以工程现场详细施工内容、时间进度要求、工艺流程等作为计划内容。日工作计划负责安排各施工班组在当日的具体工作任务，包括工序进度要求、工序开工与交付时间等。同时，也可按照施工内容来编制节点计划，如编制材料安装计划、材料准备计划作为一级计划，编制铝板框架安装、单元板块安装、材料转运入场、材料测试等二级计划。

(二) 创新管理方法

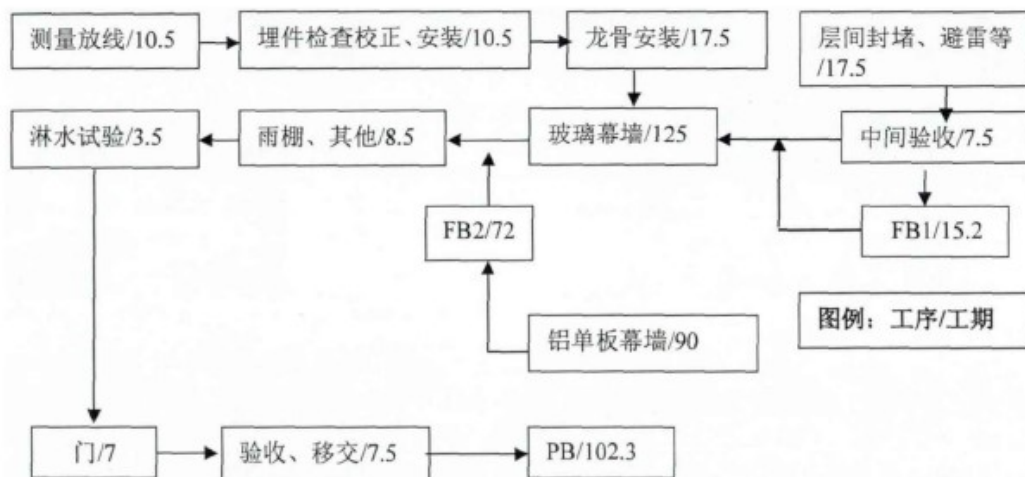
为突破施工进度管理局限性，需要采取新型的关键链法来取代传统管理方法，把完工概率由90%下调至50%，综合考虑资源等因素对项目工序造成的影响。这要求管理人员依次做好建立工程进度计划图、识别关键链、设置缓冲区、缓冲区管理四項工作。

第一，建立工程进度计划图。管理人员持续收集整理幕墙工程相关资料信息，在其基础上量化分解施工任务、估算各道工序的工期时间，并使用配套软件来编制网络图或是甘特图，作为进度计划图。

第二，识别关键链。管理人员准确判断在工程施工期间对进度管理造成制约的因素，排除制约因素后优化资源配置，找出持续时间最长的链路作为关键链，后续所开展各项管理活动都以服务关键链路作为主要目标。具体可采取启发式算法，以进度计划图右侧作为起始点来设立若干决策点，把幕墙完工时刻、工序最晚开始时间等作为决策点。随后，在计划图中找出全部的可行活动集，逐项安排各个可行活动集中的工作任务，重复判断工程施工资源是否满足任务要求，如果未满足要求或是任务间形成资源冲突，则对冲突资源加以优化配置、重新确定可行活动集，最终在全部任务安排完毕后找出最长链路^[3]。

第三，设置缓冲区。管理人员把各道关键工序的安全时间进行压缩处理，直至处于合理范围后设置缓冲区。具体设置资源缓冲区、项目缓冲区和汇入缓冲区三类缓冲区，在现场开工前资源配置不到位情况下设置资源缓冲区，在单一或少数关键工序作业时间过长时设置项目缓冲区，在关键链受非关键链明显影响时设置汇入缓冲区。例如，在某建筑幕墙工程中，运用关键链法，把既定施工方案中的8道关键链工序、3道非关键链工序的90%安全时间下调至50%，总工期时间缩短为379.5个工作日，且资源缓冲不占用时间，具体如图所示。

第四，缓冲区管理。在幕墙施工期间，如果现场施工进度滞后于计划进度，则会占用缓冲区时间，并在实际占用时间超出缓冲区上限值后造成工期延误的后果。管理人员需要在施工过程中持续观察缓冲区被占用情



添加缓冲关系后的网络图

况,根据占用比例来确定缓冲区状态,分为安全状态、临界状态和危险状态。当缓冲区被占用时间比例较小时,处于安全状态,无须采取进度纠偏措施。而在缓冲区被占用时间的比例较高时,则处于临界状态或是危险状态,管理人员应立即采取重新安排工序流程、增加班组数量与机械设备台数等纠偏措施。

此外,也可应用到BIM技术,提前开展模拟施工试验,对比试验结果和工期目标,如果模拟试验中的工期时间超过规定要求,则围绕具体问题来采取纠偏调控措施,避免进度滞后、工期延误等问题实质出现。

(三) 优化资源配置

考虑到幕墙施工活动需要持续占用、消耗大量的施工资源,如果资源供应量不足、调拨不及时,有较高可能出现停工、窝工状况。因此,管理人员需要采取班组调度、物资材料调度、设备调度三项管理措施,为现场施工活动源源不断的提供施工资源。

第一,班组调度。提前在施工进度计划中明确规定各个施工班组在不同时间点的生产任务、工作内容,避免人力资源长期处于闲置状态。同时,管理人员持续收集现场施工信息,实时掌握各个班组的工作状态,如果幕墙工程现场施工进度滞后于计划进度,则临时抽调闲置班组开展现场作业。而在专业班组闲置数量偏少、且施工进度严重滞后的情况下,则从多个专业班组中抽调少量施工人员,临时组建混合班组,由多工种施工人员混合开展现场作业,这既可以追赶工期进度,也不会对土建等其他专业施工进度造成明显影响。

第二,物资材料调度。管理人员按照施工技术方案来统计各道工序所需使用到的单元板块、高强螺栓等施工材料的用量,定期对现场堆放材料进行清查盘点。如果现场堆放材料无法满足未来一段时间的施工需要,或是现场材料因质量缺陷而不堪使用,则调整物资采购计划,由供应商紧急供应一批物资材料^[4]。

第三,设备调度。在机械设备调出前,按规定填写调度表,内容包括使用部位、预计使用时间、设备编号等基本信息,调度表一式两份,一份留档保存,另一份提交至管理人员。在幕墙施工现场进度滞后的情况下,管理人员采取增加机械设备台数的方式来提高作业效率、追赶进度,根据调度表来掌握各台设备的使用状态,临时调用一批处于闲置状态的机械设备运往现场配合开展幕墙作业,如增加吊机数量来提高单元板块、立柱、横梁的吊装效率。

(四) 管理保障措施

为保障施工进度管理活动开展,建筑企业应采取多项有利于管理计划执行、缩短工期进度的保障措施,包括制度保障、材料保障、运输保障、技术保障。

第一,制度保障。把工期进度责任与管理责任层层落实到个人,并建立配套的问责机制。例如,在施工进度计划执行期间,提前与班组成员签订工期进度责任书,如果因班组错误操作行为等原因造成工期延误,则需要承担相应责任。

第二,材料保障。在幕墙工程中应用到装配式建造技术,提前把部分现场作业通过预制构件形式来完成,

通过减少现场作业量来提高作业效率、缩短工期时间。例如,在上海市九棵树未来艺术中心建筑幕墙项目,采取超大超重PC单元一体板加工技术,提前委托工厂在车间内把龙骨、钢筋网片等部件加工成型为一体化PC板块,后续把PC板块转运入场进行起吊安装,即可在短时间内把幕墙结构体系拼装成型^[5]。而在西岸传媒J-2地块项目建筑幕墙项目,提前把主楼装饰条与单元板块一体预制加工成型,并在装饰条内设置泛光装置,后续在工程现场直接把单元板块固定拼装,无须额外开展主楼装饰条铺贴、装饰条接缝密封、泛光装置安装等现场作业。

第三,运输保障。管理人员根据幕墙工程所在位置、周边交通路况来规划物资材料运输路线,配备加长版平板货车作为单元板块等材料的运输车辆,要求运输人员必须按照规定线路把物资材料运输入场,并在现场开工前一段时间内将材料运输就位,如果运输途中出现突发状况,也可以利用材料转运入场、现场施工的时间差来处理问题。同时,在运输车厢内摆放专用运输架,并垫设橡胶垫等缓冲防撞材料,避免材料在运输途中出现开裂、变形等破损问题。

第四,技术保障。在幕墙工程正式施工前,对施工技术方案进行可行性论证,重点论证方案在技术操作、工期时间与施工质量方面是否达到建设要求,根据所发现问题来修改技术参数,必要时更换技术种类。例如,在工期紧张情况下,采取整体吊装技术来取代单体吊装技术,把幕墙结构分解为若干单元,施工人员提前在现场地面完成基层龙骨、面层玻璃的固定连接作业,再把单元部分整体吊装就位,相邻单元拼装成型为幕墙结构体系,以此来减少吊装次数。

四、结语

综上所述,为确保幕墙工程如期竣工交付,避免因工程进度拖延而给建筑企业造成预料之外的损失、影响。建筑企业应着手创新幕墙施工进度管理体系,以解决实际问题作为出发点,贯彻落实编制施工进度计划、创新管理方法、优化资源配置、管理保障等策略,减少各类突发状况与变量因素对施工进度造成的影响,为我国建筑幕墙事业健康发展保驾护航。

参考文献

- [1]王小芹.建筑幕墙工程施工进度管理优化研究[D].兰州交通大学,2019.
- [2]任发清.幕墙装饰工程项目施工进度管理[J].建材与装饰,2015(52):154-155.
- [3]彭冬青.建筑幕墙工程施工进度管理[J].城市建设理论研究(电子版),2016(35):49-50.
- [4]徐裕湘.建筑幕墙工程施工进度管理方法的研究[J].科技资讯,2017,15(20):72-73.
- [5]李宁,刘谦.建筑幕墙工程施工进度管理[J].城市建设理论研究(电子版),2016(33):31-32.

作者简介:龚胜军(1972.6-),男,汉族,黑龙江省大庆市人,助理工程师,本科学历,研究方向:土木工程管理。