

流水施工风险分析及风险应对

杨志勇,王卓甫,欧阳红祥,杨高升,张化强

(河海大学商学院,江苏 南京 210098)

摘要 流水施工高度均衡连续工作模式在带来良好效益的同时也产生了风险,其工作工期的波动会给总工期及均衡施工造成较大影响.通过蒙特卡罗(MC)模拟法分析流水施工过程中存在的几类重要风险,如‘逆向选择’‘学生综合症’等对流水施工总工期的影响,提出了相应的风险应对措施并分析了这些措施的效果.

关键词 流水施工 风险分析 风险应对 风险模拟

中图分类号 TV512 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2004)04-0467-03

在专业化分工和大批量生产的条件下,流水施工具有生产的连续性和均衡性并能带来良好的经济效益.建筑工程施工实践也证明,流水施工是组织建筑生产的有效方法.与依次施工、平行施工相比,流水施工各种物资需求均衡,因此既能保证投入施工的专业工作队工作的不间断性,又能合理地利用工作面,使工期缩短.由于消除了工作队的间歇,又避免了施工期间劳动力的过分集中,因而可降低工程的间接费用^[1].

在流水施工组织中,最为理想的情况便是固定节拍专业流水.由于各施工过程的流水节拍相同,所以可实现既不出窝工又不出现空闲工作面的完美均衡施工.也就是说,劳动资源没有任何的闲置或不足,而且所有的施工工作面即半成品没有任何积压或供应不足.固定节拍流水施工工期为:

$$T = (m + n - 1)K \quad (1)$$

式中: T ——施工总工期; m, n ——施工段数和施工过程数; K ——流水节拍.

然而,建筑施工过程中存在着大量的不确定因素.这些不确定因素使一个施工过程在一个施工段上的持续时间即流水节拍成为一个随机变量,即事先无法知道其确定值,所以总工期也是一个随机变量,故以假定流水节拍事先完全确定为前提的流水施工组织具有较大风险.因此,本文对流水施工过程中存在的几类重要风险因素进行了分析.

1 固定节拍专业流水进度计划风险分析

本文以参数为 $m = 30, n = 3, K = 2 \text{ d}$ 的流水施工(A, B, C 3 个工作队, 30 个施工段)为例分析考虑不确定因素情况下根据式(1)计算出的总工期风险.假设 K 服从最小值 $L = 1.5 \text{ d}$ 、最大值 $U = 2.5 \text{ d}$ 、最可能值 $M = 2 \text{ d}$ 的三角分布,采用蒙特卡罗(MC)模拟法进行模拟.

1.1 总工期计算方法的选择

由于模拟过程中各个施工过程在各施工段上的持续时间几乎不可能相等,即各个施工过程的流水节拍随施工段的不同而不同,所以该流水施工不是固定节拍专业流水而是非节奏专业流水,不能用式(1)计算其施工总工期.如采用累加斜减法计算其总工期,也不符合实际.因为组织非节奏专业流水是在假定各个工作时间确定的情况下,对各个工作队进行调度安排得到总工期的,也就是说,非关键线路上工作的开工时间依赖于其后工作的确切时间.而在实际施工中只知道该时间的分布,只有等该工作完成后才知道其确定的时间.因此,应采用网络计划技术计算该流水施工的总工期.

1.2 模拟程序及模拟结果

模拟程序为:(a)确定仿真次数 N ;(b)根据工作逻辑关系确定网络计划;(c)产生随机数并计算各工作的随机工作时间;(d)计算网络计划各工作时间参数及总工期;(e)统计仿真工作时间参数及总工期,得出各参

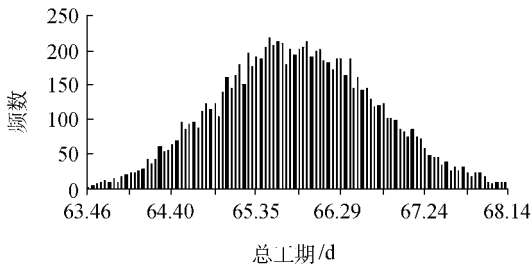


图 1 流水施工总工期频数分布

Fig.1 Frequency distribution chart for total flow construction period

数及总工期频数(频率)图^[2]. 据此程序模拟了 $N = 10\,000$ 时的网络图总工期, 模拟结果如图 1 所示. 由图 1 可知, 原工期 64 d 的可靠度仅为 2.06%.

1.3 流水施工计划工期风险分析

1.3.1 固定节拍专业流水工期的风险

固定节拍流水施工布置要求十分严格, 一旦进入流水, 所有工作都必须按部就班. 如果某一工作延期, 则将对总工期产生影响, 使总工期实现的难度大大增加.

1.3.2 均衡连续施工进度计划的风险

流水施工的要求是均衡连续施工, 尽可能保证资源与工作面不闲置. 即便是组织非节奏专业流水, 也要求保证工作队一旦投入施工后就不再间断. 由于非关键线路上的工作队并未在最早可能开工时间开工, 而是在最迟必须开工时间开工, 这必然会对总工期产生不利影响. 由此可见, 在不考虑风险的情况下, 工作占用时差(对总工期或后续工作的最早可能开工时间不产生影响的机动时间)对工期没有影响, 而在考虑风险的情况下, 工作占用时差对总工期的频数分布会产生不利影响.

由网络模型模拟结果可知, 各种资源均出现了闲置, 如 B 工作队空闲时间分布均值为 3.34 d. 其他资源及工作面的闲置情况也类似. 组织流水施工所期望的均衡连续施工和工作队一旦投入施工就不间断的情况几乎不可能出现.

2 流水施工实施过程中的风险分析

通过以上对流水施工总工期的分析, 得出了流水施工总工期的分布, 又通过计算得出了满足一定可靠度的新的总工期 T' , 如具有 80% 可靠度的总工期 $T' = 66.56$ d. 施工安排中为了资源调度的需要, 还应确定各个工作的起止时间. 如仍按 $K = 2$ d 进行安排, 或根据式(1)和 T' 计算出新的流水节拍 K' , 这可能会产生新的问题. 如果不加分析地按照流水施工的安排进行作业, 实际施工中又会出现新的风险. 下面对 $K = 2$ d 的流水施工做进一步的分析.

a. 如 A1 工作(A 工作队在第 1 个施工段上的工作)只用了 1.5 d, 比原计划完工时间提前 0.5 d, 那么保证 A2 和 B1 工作在第 1.5 d 立即开工的其他相关准备工作是否已经完成呢? 可能不会, 因为所有各相关方接到流水计划后, 都认为 A1 应当在 2 d 结束时才完工. 如果要保证上述施工计划的实现, 相关各方必须尽早准备好相关资源. 这必然会增大库存. 因此, 这存在资源安排与保证工期的协调问题.

b. 由于“道德风险(逆向选择)”, 工人们即使能比计划安排的 2 d 提前完工也可能不会向管理者报告. 犹如“学生综合症”所描述的“学生经常会拖到最后一分钟才开始写学期报告”那样, 工人如果觉得他们有很多时间去完成这项任务, 有可能会拖延任务的开始时间并降低效率^[3].

据上所述, 工作很难在 2 d 前完工, 即使提前完成, 其提前的时间也难以利用. 因此, 原先估计的各个工作工期的分布发生了变化.

考虑上述情况后再次模拟, 结果如图 2 所示. 由图 2 可知, 总工期 T' 的可靠度大大降低.

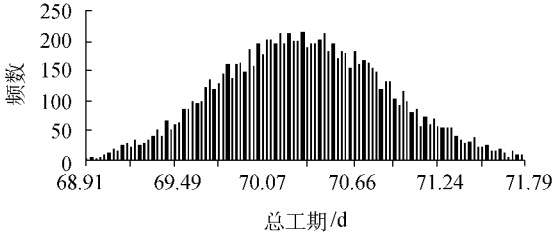


图 2 考虑“道德风险”和“学生综合症风险”后流水施工总工期频数分布

Fig.2 Frequency distribution chart for total flow construction period with moral risk and student's syndrome taken into account

3 流水施工组织的风险应对

a. 加强对工作队的管理并采用有效的激励机制(如分成合同、提前完工的奖励机制) 加强相关方的信息交流, 以保证某一工序结束时其后续工序能立刻进行.

b. 将工作队分成尽可能小的能独立工作的组, 利用这些工作组可以相互替代的效果来减少工作面的闲置时间, 从而使总工期减少. 如将上述流水施工的每个工作队拆分为 3 个独立作业的小组, 即由 A, B, C 3 个大工作队变成 A 甲, A 乙, A 丙, B 甲, B 乙, B 丙, C 甲, C 乙, C 丙 9 个小工作队, 30 个施工段拆分为 90 个小施

工段,则每个工作队在每个施工段上的流水节拍仍是 2 d.

c. 用较小的 K 组织流水施工. 根据以上分析,按较小流水节拍 K 组织施工时两类风险对流水施工实施过程的影响均较小,即采用较小流水节拍组织施工可降低总工期延期的风险. 但这是以增加资源等候时间为代价的,至于流水节拍取何值整个流水施工效益才能达到最佳,还需做进一步分析.

考虑 a, b 这两种应对措施后的流水施工,总工期模拟结果如图 3 所示. 由图 3 可知,采用风险应对措施后工期的可靠度大大提高.

4 结 束 语

在考虑实际作业完成时间不确定性的情况下,流水施工总工期与式(1)所确定的工期有很大差别. 因为绝对的均衡施工不存在,实际资源都会不同程度地存在富余闲置. 正是流水施工均衡作业的假设,才使其安排的工期风险加大. 只有在施工管理过程中真正接受风险观念,对在追求均衡目标时所承担的风险进行分析并采取相应措施,才能保证流水施工均衡性所带来的经济效益.

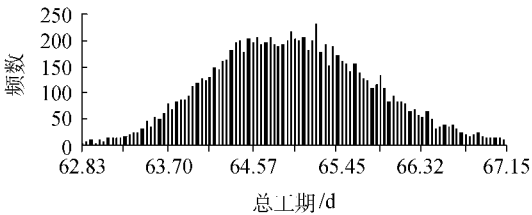


图 3 采用两种风险应对措施后流水施工总工期频数分布
Fig.3 Frequency distribution chart for total flow construction period after adoption of measures response to two kinds of risks

参考文献:

[1] 赵志缙,应惠清.建筑施工[M].上海:同济大学出版社,1998.284—296.
[2] 王卓甫,杨志勇,杨建基.水利水电工程施工进度风险规定下的投资优化[J].河海大学学报(自然科学版),2000,28(6): 52—55.
[3] 杰克·赫什莱佛,约翰 G 赖利.不确定性与信息分析[M].北京:中国社会科学出版社,2000.347.

Risk analysis and response for flow construction

YANG Zhi-yong, WANG Zhuo-fu, OUYANG Hong-xiang, YANG Gao-sheng, ZHANG Hua-qiang
(Business School, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract: Although the highly balanced continuous working mode of flow construction generates great benefits, it also brings about different kinds of risks. The fluctuation of working periods may result in great influences on the total construction period and balanced construction. Several kinds of important risks in flow construction were analyzed based on the MC simulation method, including the influences of reverse selection and student's syndrome. Some measures for risk response were proposed, and their effects were analyzed.

Key words: flow construction; risk analysis; risk response; risk simulation