

建筑工程施工网络计划工期优化方案的确定

朱颂军¹,朱伟兵²

(1.开封市建设工程质量检测站,河南 开封 475001; 2.湖北省宜昌市鼎诚工程检测有限公司,湖北 宜昌 443002)

摘要:以工期优化基本原理和网络计划工作总时差性质为基础,对关键线路和次关键线路进行比较,设计出工期优化的所有可行方案,为进一步根据工程质量控制目标、投资控制目标和资源供应条件求得最佳方案提供技术路线。

关键词:建筑工程;网络计划;工期优化;总时差;有效压缩时间;关键线路

中图分类号:TU723

文献标识码:A

文章编号:1008-486X(2009)03-0030-03

0 引言

在建筑工程施工过程中,由于影响工程进度的因素较多,再加上项目施工本身的技术经济特点,使得承包商要想搞好进度控制,就必须不断根据各种变化情况,进行动态控制,即根据对控制目标的影响,进行网络计划的调整和优化。在网络计划技术中,工期优化就是压缩计算工期,以达到要求工期的目标,或在一定约束条件下,使工期压缩至最短的过程。在工期优化过程中,选择被压缩的关键工作及压缩方式直接关系到优化方案是否有效与合理。为此,本文试在仔细分析关键线路法中工作总时差性质的基础上,探讨工期优化的可行方案。

1 工期优化概述

1.1 工期优化基本原理

(1)利用时差,前后移动各项工作,改变有关工作的时间参数,从而达到资源参数的调整。(2)利用关键线路,对关键工作适当增加资源的投入,缩短其工作持续时间,从而缩短工期。

在以往对关键工作持续时间进行压缩的方法中,常常是将选定的关键工作的正常持续时间压缩至最短,然后判断其是否仍为关键工作。如果被压缩的关键工作变成了非关键工作,则又将其持续时间延长,使之仍为关键工作,此种方法较为盲目。若能根据工作总时差的性质,事先确定该关键工作的有效压缩时间(使该关键工作被压缩后仍保证为关键工作的最大压缩时间),往往事半功倍。

1.2 工作总时差的性质

根据网络计划中工作总时差的定义,得其性质

为:(1)其他工作正常,在允许的范围内利用某工作的总时差,总工期不会受影响。(2)其他工作正常,在允许的范围内利用某工作的总时差,可能影响其紧后工作的最早开始时间。(3)工作的总时差只能在被关键节点分割成的线路段上共用。

非关键工作往往有较多的总时差,倘若遇到资源供应紧张,业主推迟交付场地等情况,可以充分利用这一点对受影响的非关键工作进行灵活调整。反之,如果关键工作受到影响或业主要求工程提前竣工,则需通过工期优化实现既定目标。

2 工期优化步骤

2.1 求关键线路的计算工期 T_c

找出网络计划中的关键线路,并求出其计算工期 T_c 。

2.2 求出需压缩时间 ΔT

需压缩时间为计算工期 T_c 与要求工期 T_r 的差值。

2.3 求出最可能压缩时间

根据某一项关键工作的正常持续时间和最短持续时间,可求出该项工作的可能压缩时间 ΔD_{i-j} ,即

$$\Delta D_{i-j} = D_{i-j}^N - D_{i-j}^C \quad (1)$$

式中: D_{i-j}^N 为工作 $i-j$ 的正常持续时间; D_{i-j}^C 为工作 $i-j$ 的最短持续时间。

2.4 确定关键工作的有效压缩时间 Δ

在网络计划技术中,非关键工作的总时差(TF)是指在不会影响总工期的前提下,该工作的最大机动时间。它反映了经过该工作的某非关键线路总长度与关键线路总长度(即计算工期)的差值。

收稿日期:2009-03-23

作者简介:朱颂军(1971-),男,河南开封人,工程师,主要从事建筑质量监督和建筑施工技术工作。

由于非关键工作总时差的性质决定其只能在被关键节点所分割成的线路段上共用,因此,相邻两关键节点间所有非关键工作能利用的总时差为各非关键工作总时差的最大值。另外,由于压缩某一关键工作持续时间后,该关键工作只可能被与其平行的非关键工作或非关键工作组成的线路段取代,成为新的关键工作。由工作总时差性质和特点可知,每一个关键工作的有效压缩时间可以通过计算与其平行的、由非关键工作组成的线路段(以下简称为平行非关键线路段)上各非关键工作总时差的最大值得到。确定关键工作有效压缩时间的具体步骤为:(1)找出与关键工作平行的所有非关键线路段。在此步骤中,所有与该关键工作不存在先行后续关系的工作,从逻辑关系的角度均视为该关键工作的平行工作。在网络计划中,由相邻两关键节点间与该关键工作平行的非关键工作组成的最长线路段即为该关键工作的平行非关键线路段。(2)确定各平行非关键线路段中工作总时差的最大值 $\max\{TF_{i-j}\}$ 。(3)确定该关键工作的有效压缩时间 Δ ,即各线路段总时差的最小值。

2.5 初步确定工期优化方案

取关键工作需要压缩时间 ΔT 、可能压缩时间 ΔD_{i-j} 和有效压缩时间 Δ 的最小值,即为单独压缩一项关键工作持续时间的工期优化方案。若单独压缩某一项关键工作持续时间仍无法满足要求,则可以寻求多个关键工作组合压缩方案,即分别压缩关键线路上两个或两个以上关键工作的持续时间,以缩短工期。此时,必须分析次关键线路(即网络计划中总长度仅次于关键线路的线路)的情况。

2.5.1 线路分析

分析各关键工作有效压缩时间和平行非关键线路段,由此找出次关键线路。

2.5.2 初步确定压缩方案

比较关键线路和次关键线路,分析得到所有可行的组合压缩方案。再结合工程质量控制目标、投资控制目标及资源供应条件等情况,择优选取方案。此时,应考虑的因素为:(1)缩短持续时间对质量和安全影响不大。(2)有充足备用的资源。(3)缩短持续时间所需增加的费用最少。

2.6 施工方案工期优化调整

若计算工期仍超过要求工期,则可重复以上步骤,直到满足工期要求或工期已不能再缩短为止。当所有关键工作或部分关键工作已达最短持续时间,但工期仍不能够满足要求时,应对计划的原技术、组织方案进行调整,或对要求工期重新审定。

3 案例分析

已知某工程初步方案的计算工期为 46 d,建设单位要求工期为 36 d,初步施工进度计划及各项工作的持续时间如图 1 所示(图中箭线下方数字为各工作正常持续时间,括号内为各工作最短持续时间)。现施工企业对其工期进行优化。

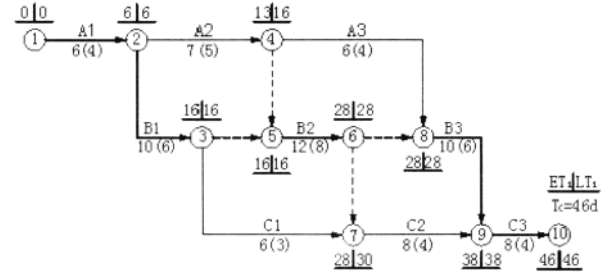


图 1 某工程双代号网络计划

Fig.1 Dual code network plan of one engineering

3.1 确定关键线路的总时差

根据图 1 计算法的网络计划中节点时间参数,得出该工程的关键线路为:①→②→③→⑤→⑥→⑧→⑨→⑩。各工作的总时差如表 1 所示。

表 1 各工作总时差

工作编号	总时差	工作编号	总时差
①-②	0	⑤-⑥	0
②-③	0	⑥-⑦	2
②-④	3	⑥-⑧	0
③-⑦	8	⑦-⑨	2
③-⑤	0	⑧-⑨	0
④-⑧	9	⑨-⑩	0
④-⑤	3		

3.2 确定各关键工作的有效压缩时间

由工期优化步骤可得各关键工作的平行非关键线路段、线路段总时差和有效压缩时间,如表 2 所示。

表 2 关键工作有效压缩时间计算表

关键工作	平行非关键线路段	$\max\{TF_{i-j}\}$	有效压缩时间
A1①-②	无	无	2
C3⑨-⑩	无	无	4
B1②-③	②-④-⑧-⑨	9	
	②-④-⑤-⑥-⑧-⑨	3	3
	②-④-⑤-⑥-⑦-⑨	3	
B2⑤-⑥	②-④-⑧-⑨	9	
	②-③-⑦-⑨	8	8
B3⑧-⑨	①-②-④-⑤-⑥-⑦-⑨	3	
	①-②-③-⑤-⑥-⑦-⑨	2	2
	①-②-③-⑦-⑨	8	

3.3 确定工期优化方案

从表 2 中的数据可知,本工程需同时压缩多个工作的持续时间,才可有效地缩短工期,且不会改变关键工作。由各工作的工艺技术、操作水平、施工条件、经济条件等情况,可得到工作的最短持续时间,如图 1 所示。由于工作 A1 和 C3 无其他平行工作,可考虑先将工作 A1 压缩 2 d,C3 压缩 4 d。此时并未满足建设单位的工期要求,需继续压缩其他工作持续时间。若采用关键工作组合压缩方案,则必须分析次关键线路对关键线路的约束。不难发现,该网络计划中次关键线路为①→②→③→⑤→⑥→⑦→⑨→⑩。由此,经分析可得到所有可行的工期优化方案,如表 3 所示。

表 3 工期优化可行方案汇总

Table 3 Summary of period optimization feasible plans

方案编号	优化方案/工作(压缩天数)
1	A1(2d);C3(4d);B1(3d);B2(1d)
2	A1(2d);C3(4d);B1(2d);B2(2d)
3	A1(2d);C3(4d);B1(1d);B2(3d)
4	A1(2d);C3(4d);B2(4d)
5	A1(2d);C3(4d);B1(3d);B3(1d)
6	A1(2d);C3(4d);B1(2d);B3(2d)
7	A1(2d);C3(4d);B2(3d);B3(1d)
8	A1(2d);C3(4d);B2(2d);B3(2d)

在以上 8 种可行方案中,施工企业可结合该工程的质量控制目标、成本控制目标和资源供应情况等条件进行方案选择。若实际工程施工过程中另有变更,可按上述步骤反复进行工期优化,直至实现工期目标为止。

4 结论

在实际工程中,工程进度极易受到各种因素影响,而导致原有工期目标难以实现。根据本文所述的方法,找出网络计划中各关键工作的平行非关键线路后,利用工作总时差的性质,迅速得到各关键工作的有效压缩时间,比较次关键线路,确定各种可行的工期优化方案,可快速方便地为工程进度的动态控制和管理决策提供科学依据。

参考文献:

- [1] 王胜明. 土木工程进度控制[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [2] 危道军. 建筑施工组织[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [3] 郭庆军. 工程施工网络计划中工期-成本优化方案[J]. 基建优化,2005(05):8-10.
- [4] 韩纯莹. 如何在施工管理中运用网络计划的优化技术[J]. 黑龙江交通科技,2003(04):12-13.

[责任编辑 杨明庆]

Period Optimization Scheme Determination of Building Engineering Construction Network Plan

ZHU Song-jun¹, ZHU Wei-bing²

- (1. Construction Engineering Quality Inspection Station of Kaifeng City, Kaifeng 457001, Henan, China;
2. Dingcheng Engineering Inspection Co. Ltd of Yichang City of Hubei Province, Yichang 443002, Hubei,China)

Abstract: Based on the period optimization basic principal and the total time difference features of network plan job, in order to get to supply technique route to the best scheme and according to the engineering quality target, investment control target and resource supply, the key route and the vice-key route are compared to design all feasible period optimization schemes.

Key Words: construction engineering; network plan; period optimization; total time differences; compress time effectively; key route