

PERT 在工程项目施工进度风险分析中的应用

王文君

(苏州大学 附属第一医院,江苏 苏州 215006)

摘要:提出了在计划评审技术基础上的工程项目施工进度风险评价指标体系的构建思路,即运用专家打分法或者专家函询法对每道工序完成的最乐观时间、最悲观时间以及最有可能时间进行估计,然后假定每项工作都是持续的,根据计划评审技术的基本理论计算出每道工序期望持续时间,以及整个工程的期望工期、完工概率,最后进行实例分析。

关键词:PERT;施工进度;风险分析

中图分类号:TU712 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2015)04-0074-03

近年来随着我国工程项目的规模越来越大,结构越来越复杂,项目的工期和质量要求也越来越高。项目管理人员要在把控工程质量和安全的前提下,高度重视项目的进度风险管理,做到在控制工期的基础上,把工程又快又好的建设好,避免不必要的工程损失。但是任何项目的实施都会存在风险,风险是不可避免的,如何有效的辨识项目中存在的进度风险,规避、减轻风险造成的损失,是值得我们探讨的问题。

1 计划评审技术(Project Evaluation and Review Technique, PERT)的基本思想

PERT 的基本思想和关键链技术的基本原理没有本质的差别,它们的区别只是在于各自运用的范围不一样。PERT 适用于非肯定型的网络计划,而关键链技术仅仅可以在肯定型的工程计划网络中运用。但是在科技越来越发达的今天,工程项目也越来越错综复杂。绝大多数网络计划都是非肯定型的网络计划,所以计划评审技术也越来越被工程技术人员所接受。

PERT 的基本思想就是对各项工序之间的逻辑关系以及网络图表达的计划的进度安排,进行网络分析,运用相应的网络时间值计算,找出影响整个工程的关键工作与关键线路,然后利用时间差连续不断地完善网络计划,求得工程进度、

费用、资源等的优化方法^[1]。

PERT 基本方法的实施需要有经验的专家预测完成每道工序的最乐观时间 a ,最悲观时间 b ,最可能时间 m ,通过公式^[2] $D = \frac{a + 4m + b}{6}$ 、 $\sigma = \frac{b}{a}$ 估算每道工序的期望工期以及期望方差值。这种计算方法在实际案例中被证实误差比较大。国外专家就此误差进行了相关的研究,提出了许多减少误差的算法,本文采用其中一种 Perry - Greig 期望值近似公式以及 Person - Turkey 方差近似公式来计算各道工序持续时间的期望值和方差^[3]。

2 PERT 在实例中的运用

某单项工程,按图 1 所示的进度计划网络图组织施工,计划工期是 180d,运用专家打分法估

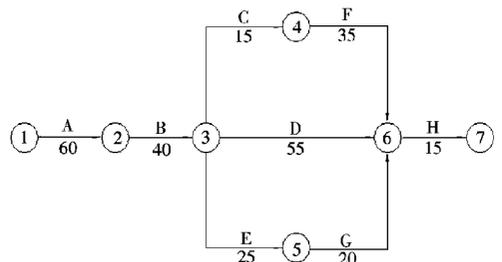


图 1 进度计划网络图

Fig. 1 Schedule network diagram

计出该进度计划网络图的 PERT 最乐观时间、最悲观时间、最可能时间的三时估计数据见表 1。

表 1 网络计划三时估计表

工作	a	m	b	紧前工序
A	50	60	70	无
B	35	40	55	A
C	12	15	19	B
D	45	55	60	B
E	20	25	30	B
F	25	35	35	C
G	15	20	25	E
H	10	15	30	F、D、G

表 2 期望时间及方差汇总表

Table 2 Expected time and variance summary table

工作	a/d	m/d	b/d	D/d	σ^2	紧前工序
A	50	60	70	60	37	无
B	35	40	55	41.85	42.83	A
C	12	15	19	15.185	4.59	B
D	45	55	60	54.075	22.27	B
E	20	25	30	25	9.25	B
F	25	35	35	33.15	15.08	C
G	15	20	25	20	9.25	E
H	10	15	30	16.85	42.83	F、D、G

中心极限定理常常也可以运用到计划评审技术中去。中心极限定理中提出凡是由许多微小的相互独立的随机变量所组成的随机变量,都可以看作是正态分布,所以,由此看来,这些工序都是呈现正态分布的形式。根据这一结论,只要计算出每项工作预计完工时间的平均值和方差,就可以得出工程上各个工序按期完工的概率。由于项目工期服从均值为 T_e 和标准差 σ_T 的正态分布。根据概率论,在 T_e 前完工的概率 $P(t \leq T_e) =$

$$\int_{-\infty}^{T_p} \frac{1}{\sigma_T \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(\frac{t-T_e}{\sigma_T})^2} dt, \text{ 令 } T = \frac{t-T_e}{\sigma_T}, \text{ 则上式可化}$$

$$\text{为 } P(T \leq \frac{T_p - T_e}{\sigma_T}) = \int_{-\infty}^{\frac{T_p - T_e}{\sigma_T}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{T^2}{2}} dT, \text{ 根据上述公}$$

式,知道了 3 三个指标期望工期 T_e , 期望标准差 σ_T , 计划工期 T_p , 即可计算出难度系数 λ , 根据 λ , 在概率统计论上查标准正态分布表, 得到这个项目的完工概率 P 。再根据完工概率以及现场的具

采用减少误差的 Perry - Greig 期望值近似公式(1)以及 Person - Turkey 方差近似公式(2), 见表 2。

$$D_i = 0.63m + 0.185(a + b) \quad (1)$$

$$\sigma^2 = 0.63(m - D_i)^2 + 0.185[(b - D_i)^2 + (a - D_i)^2] \quad (2)$$

根据关键线路的基本理论,从图 1 可知,网络计划图中的关键线路是 A - B - D - H, 项目的期望工期为 $T_e = 0 + 60 + 40 + 55 + 15 = 170$ d, 标准差是 $\sigma = \sqrt{37 + 42.83 + 22.27 + 42.83} = 12.04$ 。

体情况采取具体的措施来调整进度计划。本文中的 $\lambda = (180 - 170)/12.04 = 0.83$, 根据正态分布表, 得出在计划工期 180 天的条件下, 网络计划的完工计划 $P = 80\%$ 。按照推理, 各项工作也可以运用此办法来计算各自的完工概率。进而得到整个工程的近似正态分布图。然后根据具体的实际情况, 采取相应的措施, 例如增减劳务人员、增减设备台班数量、以及材料采购的管理等等。

3 结论

本文以工程项目最基本的活动工序为单位, 运用改进的计划评审技术以及专家打分法等计算出工程的期望工期及方差, 再根据计划工期计算出难度系数完工概率, 为项目的管理者提供比较直接的有关进度情况的数据, 使他们能够根据实际情况采取合适的经济、组织等措施加强管理, 保证工程的按期完成。

参考文献:

- [1] 刘武,杜志达,刘祥瞻. PERT 网络活动时间参数估计的改进[J]. 统计与决策,2008(4):150-153.
[2] 袁廷伟. 改进 pert 在项目施工进度风险分析中的应用[J]. 山西建筑,2010,36(3):211-213.
[3] 孙云宁,孙春禧. 改进 PERT 模型在项目进度风险分析中的应用研究[J]. 科技进步与对策,2008(10):94-96.

The Application of PERT in the Risk Analysis of the Project's Construction Schedule

WANG Wenjun

(The First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou Jiangsu 215006, China)

Abstract: This paper proposes an approach of project construction schedule risk assessment index system based on program evaluation and review technique, which applies expert scoring method or expert requiring method to estimate the optimistic time, pessimistic time and the most likely time of each working schedule's completion time. Then assume that each working schedule is continuous and calculate the expected duration of each construction period based on the basic theory of plan review technique. Meanwhile, calculate the expected duration of whole project and project completion probability. Finally, the example is analyzed.

Keywords: PERT; construction schedule; risk analysis

(责任编辑:张英健)

(上接第 70 页)

Experimental Research and Analysis on Bond Slip of Lightweight Aggregate Concrete Filled Steel Tube

WU Hengxin

(Dafeng Hengchang Transportation Construction Engineering Ltd, Yancheng Jiangsu 224100, China)

Abstract: In order to explore the process and mechanism of the bond slip of lightweight aggregate concrete filled steel tube, the length and diameter of the steel tube are chose as the change parameter, and four steel tube light aggregate concrete column are designed. By the introduction of the test, the displacement load curve and the relevant characteristic parameters are obtained. The influence of the ratio of length and diameter on the bond slip and the stress change of the outer wall of the steel tube in the loading process are analyzed from the point of view of bond strength, bond failure and displacement load curve. The experimental results show that the friction force between the steel tube and concrete is greater when the load displacement curve is in the sliding stage and the larger the hoop coefficient is. Under the condition of the same slenderness ratio, the test piece with the large hoop coefficient, the bond strength is big, and the displacement of the bond failure strength is small. In the case of the same tight hoop coefficient, the test piece with the large slenderness ratio, the displacement of the bond failure strength is large. Longitudinal stress varies directly with the load change. In the process of slip, the steel tube has a large hoop stress to the concrete.

Keywords: Lightweight aggregate concrete filled steel tube; Bong slip; slenderness ratio; Tight hoop coefficient

(责任编辑:张英健)