

文章编号: 1673-9469(2012)01-0081-04

基于未确知有理数的工程项目缓冲区的确定

李万庆 赵哲

(河北工程大学 经济管理学院, 河北 邯郸 056038)

摘要: 利用乐观时间制定项目进度计划,对任务链各任务持续时间的区间数进行未确知量化,利用未确知有理数的加法运算求得进度计划的未确知完成期及其对应的完工可信度和累积可信度,采用累积可信度在90%的情况下所得的工期和乐观时间估计的工期计算缓冲区时间,并以此制定关键链项目进度计划。案例分析表明,采用未确知有理数理论和乐观时间制定的关键链计划能够缓解工程项目不确定性因素的影响,与传统带有安全时间的进度计划相比节省工期,具有可行性。

关键词: 关键链; 未确知有理数; 缓冲区

中图分类号: TU71

文献标识码: A

Approach of setting project buffer based on the theory of unascertained rational number

LI Wan-qing, ZHAO Zhe

(School of Economics Management, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China)

Abstract: The project schedule was made according to the optimistic time, the intervals of mission duration in the mission list were quantified unascertainedly, the unascertained completion time and its reliability and cumulative reliability were obtained by use of the addition operation of unascertained rational numbers. The buffer time was calculated by the optimistic construction period and total project period when completion reliability was 90%, then the project schedule of the critical chain was established. The case study shows that the project schedule of the critical chain made by the theory of unascertained rational number and optimistic time can relieve the effect of uncertainties and save the construction period, compared with the traditional schedule.

Key words: CCM; unascertained rational numbers; buffer size

1997年,Goldratt博士在《关键链》^[1]中,把约束理论应用于项目管理理论,提出了一种新的项目管理方法—关键链法(Critical Chain),提出通过集中管理项目的缓冲时间来监控整个项目的执行^[2-3]。缓冲区的设置大大降低了项目重计划的频率,可以有效地利用安全时间,增强项目进度计划的稳定性和操作性^[4],为项目管理人员能如期完成项目提供了有效的途径,因而受到很多学者的关注。

缓冲区尺寸设计是关键链项目管理方法的关

键问题,合理的缓冲区尺寸能够有效地利用安全时间,增强项目进度计划的稳定性和操作性。目前,传统的缓冲区计算方法,都是以制造业为背景设计的。虽然具有一定数理统计基础,并从不同角度建立一般意义上的缓冲设置模型,但是由于项目特性的复杂性和不确定性,使得其适用范围具有一定的局限性,且前提条件也较为苛刻^[5]。对此,Rabbani M^[6]提出通过引入启发式算法,针对关键链中的缓冲区大小设置问题进行深入研究;Luong Duc Long^[7]研究了在资源受限下如何应

用模糊理论确定关键链缓冲区大小。由于时间参数具有不确定性,本文对任务链各任务持续时间的区间数进行未确知量化,将未确知有理数网络计划应用于关键链项目缓冲区(Project Buffer, PB)计算中,旨在消除各任务不确定因素的影响,以避免缓冲区设计结果不合理而影响计划稳定性的情况发生。

1 基于未确知有理数的项目缓冲区的确定

1.1 未确知有理数概念

定义1 设 a 为任意实数 $0 < \alpha \leq 1$, 称 $[[a, \alpha]]$ 为 $\varphi(x)$ 为一阶未确知有理数, 其中

$$\varphi(x) = \begin{cases} \alpha, & \text{当 } x = a \text{ 时} \\ 0, & \text{当 } x \neq a \text{ 且 } x = R \text{ 时} \end{cases} \quad (1)$$

未确知有理数的直观意义是某量在闭区间 $[a, \mu]$ 内取值, 且是 a 的可信度为 $\varphi(x) = a$ 。当 $\alpha = 1$ 时, 表示某量是 a 的可信度为 100%; 当 $\alpha = 0$ 时, 表示某量是 a 的可信度为 0。

定义2 对任意闭区间 $[a, b]$ $a = x_1 < x_2 < \dots < x_n = b$, 若函数 $\varphi(x)$ 满足

$$\varphi(x) = \begin{cases} \alpha_i, & x = x_i (i = 1, 2, \dots, n) \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

且 $\sum_{i=1}^n \alpha_i = \alpha$ $0 < \alpha \leq 1$, 则称 $[a, b]$ 和 $\varphi(x)$ 构成一个 n 阶为未确知有理数, 记作 $[[a, b], \varphi(x)]$, 称 α 、 $[a, b]$ 和 $\varphi(x)$ 分别为该未确知有理数的总可信度、取值区间和可信度分布密度函数^[8]。

1.2 基于未确知有理数缓冲区的确定

传统进度计划中,人们对大多数活动通常采用低风险、高完工概率的时间估计,大量安全时间被白白浪费。利用乐观时间制定关键链进度计划能够有效地剔除安全时间,用设定缓冲时间的方法确保计划的完成,既考虑了人为因素,又能有效避免资源冲突,工期也能相应缩短。采用未确知有理数处理网络计划更能精细描述未确知完成期的完工可信度。基于未确知有理数的项目缓冲区尺寸设计步骤如下:

步骤1 构造关键线路上各任务持续时间的未确知有理数。

步骤2 利用未确知有理数的加法运算得出关键线路的未确知完成期。

步骤3 绘制未确知完成期与累积可信度的关系表,并对计算结果进行分析找出累积可信度在

90%的情况下所得的未确知完成期。

步骤4 以乐观时间制定进度计划,在任务链后设置 PB,以可信度为 90%的总工期同最乐观估计时间所确定的总工期差值的一半作为 PB 的时间。计算公式如下:

$$T_s = T_{90\%} - \sum_{i \in n} \alpha_i \quad (3)$$

$$T_{PB} = \frac{1}{2} S_t = \frac{1}{2} (T_{90\%} - \sum_{i \in n} \alpha_i) \quad (4)$$

式中 T_s - 安全时间; $T_{90\%}$ - 累积可信度在 90%的情况下所得的未确知完成期; α_i - 第 i 项工作的乐观时间估计; T_{PB} - 关键链项目缓冲量。

步骤5 绘制关键链进度计划图,调整后的进度计划总工期 T 为乐观时间估计所确定的工期同项目缓冲量的总和。

$$T = \sum_{i \in n} \alpha_i + T_{PB} \quad (5)$$

2 案例分析

以某工程为例,双代号网络图如图 1 所示。

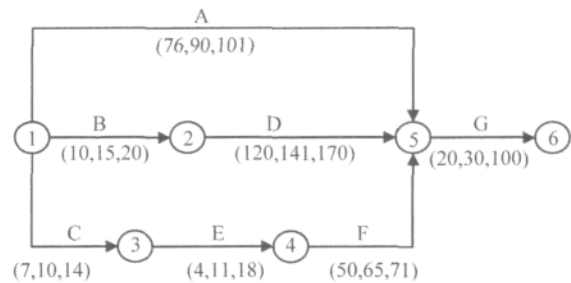


图1 某工程双代号网络图

Fig.1 Twin code network chart of the project

任务持续时间 (a, b, c) 的未确知可信度表如表 1 所示。

表 1 工作持续时间的未确知可信度表

Tab.1 The reliability of activity unascertained duration

未确知有理数	可能情况	可信度
工作持续时间	乐观时间 a	1/6
	可能时间 b	4/6
	悲观时间 c	1/6

2.1 将关键线路中的任务持续时间

用未确知有理数表示

显然,上例中 B-D-G 为关键线路,将关键线路上的工作持续时间用未确知有理数表示:

$$T_B = [[10, 20] \varphi_B(x)] \text{ 其中:}$$

$$\varphi_B(x) = \begin{cases} 1/6 & x = 10 \\ 4/6 & x = 15 \\ 1/6 & x = 20 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$T_D = [[120, 170] \varphi_D(x)] \text{ 其中:}$$

$$\varphi_D(x) = \begin{cases} 1/6 & x = 120 \\ 4/6 & x = 141 \\ 1/6 & x = 170 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$T_G = [[20, 100] \varphi_G(x)] \text{ 其中:}$$

$$\varphi_G(x) = \begin{cases} 1/6 & x = 20 \\ 4/6 & x = 30 \\ 1/6 & x = 100 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1/216 & x = 150 \\ 4/216 & x = 155 \\ 5/216 & x = 160 \\ 16/216 & x = 165 \\ 4/216/216 & x = 170 \\ 4/216 & x = 171 \\ 16/216 & x = 176 \\ 20/216 & x = 181 \\ 64/216 & x = 186 \\ 16/216 & x = 191 \\ 1/216 & x = 200 \\ 4/216 & x = 205 \\ 5/216 & x = 210 \\ 16/216 & x = 215 \\ 4/216 & x = 220 \\ 1/216 & x = 230 \\ 4/216 & x = 235 \\ 1/216 & x = 240 \\ 4/216 & x = 251 \\ 16/216 & x = 256 \\ 4/216 & x = 261 \\ 1/216 & x = 280 \\ 4/216 & x = 285 \\ 1/216 & x = 290 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

2.2 计算关键线路的未确知完成期

项目总工期计算公式如下:

$$T_p = \sum_{i=1}^n T_i \quad (6)$$

根据式(6) 计算关键线路 B-D-G 总工期

$T_p = T_B + T_D + T_G$ 结果如下:

$$T_p = [[150, 290] \varphi(x)] \text{ 其中:}$$

2.3 绘制未确知完成期与累积可信度关系表

该工程未确知总工期及累积可信度如表 2 所示,累积可信度在 90% 的总工期约为 251 d。

表 2 某工程总工期及其累积可信度表

Tab. 2 Unascertained total project period and its cumulate reliability

未确知完成期/d	累积可信度	未确知完成期/d	累积可信度	未确知完成期/d	累积可信度	未确知完成期/d	累积可信度
150	0.005	176	0.231	210	0.741	251	0.880
155	0.023	181	0.324	215	0.815	256	0.954
160	0.046	186	0.620	220	0.833	261	0.972
165	0.120	191	0.694	230	0.838	280	0.977
170	0.139	200	0.670	235	0.856	285	0.995
171	0.157	205	0.718	240	0.861	290	1.000

2.4 计算关键链项目缓冲量

由图 1 可知,乐观时间估计的总工期为 150 d 根据式(3)式(4)可得

$$T_s = T_{90\%} - \sum_{i \in n} \alpha_i = 251 - 150 = 101$$

$$T_{PB} = \frac{1}{2} S_t = \frac{1}{2} (T_{90\%} - \sum_{i \in n} \alpha_i) = 56$$

关键链安全时间为 101 d,项目缓冲量为 56 d。输入缓冲区(Feeding Buffer, FB)的计算方法同 PB,即用未确知有理数计算非关键线路任务的完工可信度及累积可信度,找出累积可信度在

90%的情况下所得的工期和乐观时间估计的工期计算FB时间。关键链进度计划如下图2所示:

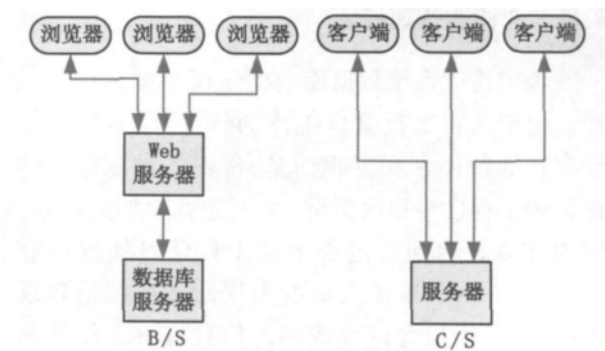


图1 B/S与C/S的区别

Fig.1 The difference between B/S and C/S

根据式(5)可知关键链项目总工期为:

$$T = \sum_{i \in n} \alpha_i + T_{PB} = 150 + 151 = 201$$

若利用传统带有安全时间的工序时间来制定进度计划,则项目总工期为290 d。采用基于未确知有理数的关键链计划总工期比传统进度计划节约89 d,且并不降低整个项目的完工概率。项目实施过程中,密切关注关键链上各道工序的执行情况,利用缓冲器的使用情况来控制项目进程。

3 结语

基于未确知有理数制定关键链进度计划,缓解了工程项目中不确定性因素的影响,避免了传统网络计划所造成的客观信息的失真。但是如何在多资源受限下识别关键线路,合理地设置缓冲区还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] GOLDRATT E M. Critical chain[M]. NY: North River Press, 1997.
- [2] LEACH L P. Critical chain project management [M]. London: Artech House Inc., 2000.
- [3] 马国丰,屠梅曾. 制约因素论在项目进度管理的应用[J]. 管理工程学报, 2002(4): 72-75.
- [4] 王晓波. 基于未确知测度理论的CCPM缓冲区尺寸设计[J]. 河北工程大学学报: 自然科学版, 2011, 28(1): 76-80.
- [5] 韩文民,龚俏巧,刘智勇. 基于模糊综合决策及Shannon熵的关键链缓冲确定方法[J]. 江苏科技大学学报: 自然科学版, 2009, 23(1): 75-78.
- [6] RABBANI M, FATEMI GHOMI S M T, JOLAI F, et al. A new heuristic for resource-constrained project scheduling in stochastic networks using critical chain concept [J]. European Journal of Operational Research, 2007, 176(2): 794-808.
- [7] LONG D L, OHSATO A. Fuzzy critical chain method for project scheduling under resource constraints and uncertainty [J]. International Journal of Project Management, 2007, 9: 1-11.
- [8] 刘开第,吴和琴,庞彦军. 不确定性信息数学处理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

(责任编辑 马立)