

文章编号:1671-6833(2003)03-0041-04

关于资源配置合理性的分析

赵广田¹, 关瑜², 赵守川³

(1. 郑州大学环境与水利学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南大学财务处, 河南 开封 475001; 3. 国泰君安证券股份有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518002)

摘要:在资源有限的条件下,通过资源有限—工期最短的一系列优化步骤,实现工期最短的建设目标,并对多种优化效果进行了评定.指出这种优化方法尽管可实现工期最短,但无法保证资源分布的最优效果.提出应根据工程实际,首先确定合理的资源限量,并根据资源限量按照资源有限—工期最短的优化步骤取得最短工期;然后在最短工期固定的前提下,再进行资源均衡的优化方案,从而实现既工期最短、又资源均衡的最佳资源分布与应用效果.

关键词:资源; 工期; 优化

中图分类号:F 403.7

文献标识码:A

0 引言

在各种规划的制定和工程建设的实施过程中,经常会遇到如何配置资源,以及在资源有限的条件下如何使工期达到最短,即资源有限—工期最短的优化问题.传统的做法是,在资源有限的条件下,依照资源有限—工期最短的优化步骤,经过不断优化,实现工期最短的优化目标.通常认为实现了工期最短目标,就等于实现了资源的合理利用.深层分析表明,这样优化的结果未必就是资源有限条件下资源分布的最佳效果,因为资源分布并不一定均衡.要想实现有限资源的最佳应用,还必须进行资源均衡的优化配置.资源的合理运用是关系到国家可持续发展的战略性问题,有必要进行充分的研究和深入的探讨.

1 资源有限工期最短的优化

当一项工程总体规模确定之后,其总投资也就确定了,而各个时段资源限量如何配置,关系到工期及与之相应的管理费用等问题.资源限量通常依照式(1)来考虑.

$$Q = \frac{M}{fT} \quad (1)$$

式中: Q 为工程实施阶段每时段资源限量,元/天; M 为工程的总投资量,元; T 为建设工期,天、

月、年; f 为根据建设环境而取定的安全系数,通常 $f \geq 1$.

资源有限—工期最短的优化方法一般遵循如下原则及步骤:

(1) 各项工作作为一个整体是连续进行的,不得随意中断.

(2) 在每个时段有多项平行工作时,依照工作的重要程度安排先后实施次序.最初阶段首先安排关键路线上的工作,其次安排非关键路线上的工作.

(3) 如果该时段有多条关键工作,则资源需要量大的工作优先.

(4) 如果在某时段有多条非关键工作,则按总时差最少的工作优先,总时差最多的工作最后安排.

(5) 如果非关键路线各工作总时差相同,则以每天资源需要量大的工作优先.并根据上述原则对该时段每项工作的先后次序由小到大编号.

(6) 如果该时段各项工作所需资源之和超过资源限量,则将编号最大的工作按由大到小的次序移出该时段,并放于该紧后时段进行.此过程一直进行到满足该时段资源需用量小于资源限量.其余各时段资源的分配情况依次类推.

(7) 如果在第 n 时段有多项平行工作,则工

收稿日期:2003-01-19; 修订日期:2003-02-21

作者简介:赵广田(1945—),男,河南省封丘人,郑州大学教授级高工,主要从事工程结构、测试技术和工程监理研究.

作先后次序应为正在进行的工作优先. 如果有多项正在进行的工作, 则仍按前述 1~6 项步骤进行, 直到资源用量小于资源限量, 并使工期依次顺延. 从而计算出在资源有限条件下的最短工期.

案例: 某项工程其网络进度计划如图 1 所示.

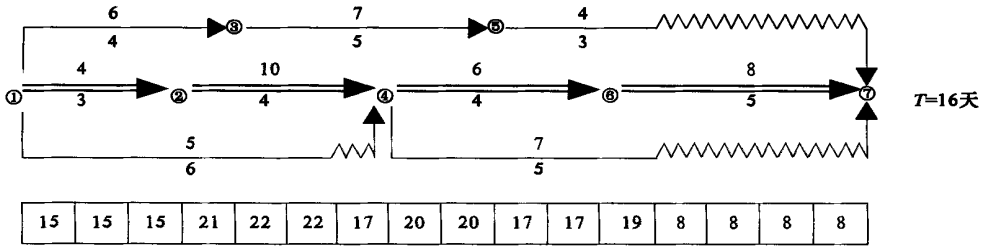


图 1 工程网络计划及资源情况

Fig. 1 The network plan and resource situation of the project

由网络图可知, 该工程总工期为 16 天. 第①~②时段即第 1~3 天每天有 3 项工作, 其安排先后次序应为: 首先安排 1-2 工作, 因为它是关键工作, 其序号为 1; 其次安排 1-4 工作. 虽然 1-4 与 1-3 工作均为非关键工作, 但 1-4 工作的总时差仅为 1 天, 而 1-3 工作的总时差为 4 天, 所以 1-4 工作排序 2 号; 1-3 工作排序 3 号. 三项工作的资源需要总量均为 $Q = 15$ 千元/天, 恰好等于资源限量, 都可以实施.

在②~③时段, 即第 4 天, 同样是三项工作, 由于资源需用量为 21 千元/天, 大于资源限量而无法实施, 必须按其重要程度排定先后次序, 优先安排重要工作. 这三项工作中应以 1-4 工作最先安排, 因为它虽然是非关键工作, 但因其在第一时段正在进行, 在本时段属正在实施工作, 不得中断, 因此排序为 1. 1-3 工作也属正在进行的非关键工作, 但其总时差为 4 天, 大于 1-4 工作的总时差, 所以放于 1-4 工作之后, 排序为 2. 2-4

其资源限量 $Q = 15$ 千元/天, 原计划工期 16 天. 试按资源有限—工期最短的优化方法确定工期及延长天数. 图中箭线下面的数字为工期, 箭线上方的数字为资源需用量.

工作虽为关键工作, 但因为 1-4 和 1-3 工作均为正在进行的工作, 所以 2-4 工作排序为 3. 又因为该时段资源需要量大于资源限量, 因此, 必须将排序最大的 2-4 工作移出该时段, 以保证该时段的资源需用量小于资源限量. 此时, 1-4, 1-3 两项工作资源需用量为 $Q_{1-4} + Q_{1-3} = 6 + 5 = 11 < Q$, 可行.

以下依照前述方法, 略去各优化步骤, 该工程的资源有限—工期最短的优化最终结果如图 2. 由图 2 网络进度优化图可以看出, 每个时段的资源需用量均小于资源限量, 可以实施. 但计划工期由原来的 16 天延长至 20 天. 20 天是在资源限量固定的特定条件下, 本工程的最短工期. 如果资源限量取值变大或变小了, 就会引起最短工期提前或推后的变化. 资源有限—工期最短的优化对于工程建设, 经济计划, 工程管理等均是十分有用且有效的工具.

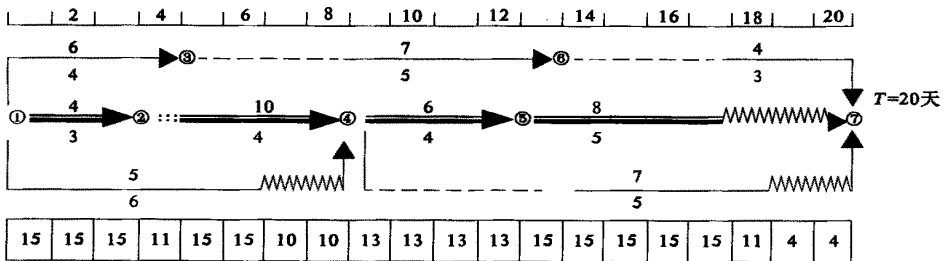


图 2 工程的资源有限—工期最短优化 A 方案

Fig. 2 Optimization scheme A under the limited resources—shortest time limit for a project

2 资源均衡性的分析

资源有限—工期最短的优化结果并不一定是

唯一的. 如果将上述方案称之为 A 方案, 则还可以有如下 B, C, D 三种方案也可行, 如图 3 所示.

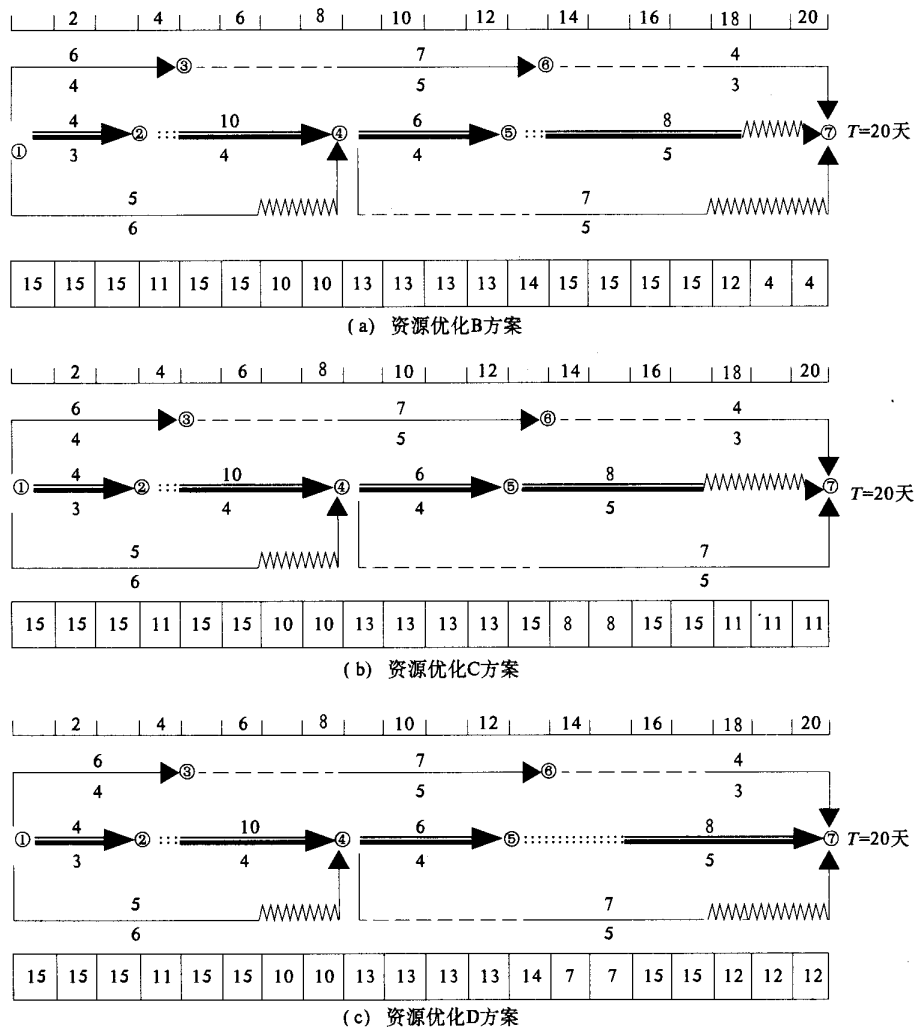


图3 满足资源有限—工期最短的备选方案
Fig. 3 Schemes in reserve satisfied li mited resources -
shortest ti me li mit for a project

由图3可知,B,C,D 方案尽管其优化步骤并未完全按照前述的7项原则进行,但其效果也实现了资源有限—工期最短的目标。

既然资源有限—工期最短的方案不唯一.那么如何评价这些方案?哪种方案才算真正“最优”呢?一般而言,在工程建设过程中,如果资源分布均衡,则可大大减少施工现场各种临时设施(仓库、堆积、临时住房)的规模^[1].节省施工费用,减少间接费用,减少消耗,又便于管理,实现资源的最优化利用.而衡量资源均衡的指标通常有三种^[3]:

2.1 不均衡系数K

$$K = \frac{Q_{\max}}{Q_m} \text{ 或 } K' = \frac{Q_m - Q_{\min}}{Q_m} \quad (2)$$

式中: Q_{\max} 为最高峰日期每天资源需要量; Q_{\min} 为最低峰日期每天资源需要量; Q_m 为资源每天平

均需用量, $Q_m = \frac{1}{T} [Q_1 + Q_2 + \dots + Q_T] = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Q_t$.

显然,资源不均衡系数 K 值愈小,资源需用量均衡性愈好.

2.2 极差值 ΔQ

$$\Delta Q = \max [|Q_t - Q_m|] \quad (3)$$

式中: Q_t 为在第 t 天的资源需用量.

资源需用量极差值愈小,资源需用量均衡性愈好.

2.3 均方差 σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (Q_t - Q_m)^2}{T - 1}} \quad (4)$$

资源需用量均方差值愈小,资源分布均衡性愈好.

现对以上四种方案进行比较(见表1).

由表1可知,A,B,C,D 方案虽然均满足资源有限—工期最短的条件,但是,以C 方案资源分

布最为均衡,工程结束阶段资源分布小于 Q_m , 风险最小,当属最优方案.

表 1 四种方案优化效果比较表
Tab. 1 Comparison to the optimization results
of the four kinds of schemes

方案	K	K'	ΔQ	σ	备注
A	1.19	0.683	11	3.44	
B	1.19	0.683	11	3.39	
C	1.19	0.365	7	2.44	最优
D	1.19	0.444	8	2.54	次优

D 方案总体可作为次优方案,然而,中间一阶段资源投入量偏少,而临近结尾阶段,资源投入量又较多.一般而言,对于大多数工程,都是中间完成量大而两头小,资源分布也如此.D 方案不符合资源投资的正常规律,容易造成赶工和带来风险. A.B 方案非常类似,都满足资源有限—工期最短的要求,都符合工期紧前完成的要求.但是临近工程结束阶段资源投入过少,虽然风险较小,但前紧后松,资源分布量及工作张弛变化梯度变化较大,增加了调度管理难度和出现质量事故的概率.

这就引发出一个问题,即完全按照资源有限—工期最短的步骤进行优化的结果是几种方案中最差的一个,而不完全按照其优化步骤所得的结果反而可得到最优化方案.原因何在? 仔细分析在于B.C.D 三个方案均是在资源有限—工期最

短的基础上,又进行了工期固定—资源均衡的优化.即对 A 方案资源分布情况进行了再调整,使其资源分布更加均匀合理,限于篇幅,这里不再谈及工期固定—资源均衡的优化步骤.

3 结论

在进行任何工程建设和规划时,在资源有限的条件下,进行工期最短的优化是必要的,但应首先调整好资源限量,因为资源限量直接决定着工程建设的最短工期.在此基础上,依照工期最短的优化步骤,可实现工期最短的建设目标.为了实现资源的最合理应用,还必须在工期最短的条件下进行资源均衡的优化.两种优化相辅相成,紧密结合,才能实现既工期最短又资源均衡的最佳优化目标.资源的合理应用关系到国家建设各个环节和可持续发展战略的实施,还有许多规律不为我们所认识.因此,深入开展这方面的研讨是我们今后相当长时间内的重点工作.

参考文献:

[1] 赵广田,孙明权.工程监理与检测[M].郑州:黄河水利出版社,1998.
[2] 全国监理工程师培训教材编写委员会.工程建设进度控制[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.

Analysis of Resource Distribution Rationality

ZHAO Guang -tian¹, GUAN Yu², ZHAO Shou -chuan³

(1.College of Environmental & Hydraulic Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002,China ; 2.Financial Bureau ,Henan University ,Kaifeng 475001,China ; 3.Shenzhen Branch Guotai Junan Securities Co .LTD Shenzhen China Zip Shenzhen 518002,China)

Abstract : This paper discusses how to realize the construction aim of the shortest period of engineering by optimizing the approach of shortest time limit for a project with the limited resources , and the effects of multi - optimization are estimated . It points out that this method may meet the shortest time limit but could not ensure the optimum resource distribution . Based on the condition of the project , the methods of making the period of construction shortest after the reasonable resources limits are made under the limited condition of resources are put forward . The optimum scheme of the balance of resources must be made under the condition of fixed period of construction . Consequently , the optimum effects of the distribution and application with the balanced resources can be achieved with the shortest time limit .

Key words : resource ; period of construction ; optimization