

文章编号: 1674—8247(2019)06—0054—04
DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2019.06.011

施工组织设计对海外铁路建设成本影响的分析

刘静雯

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘 要: 文章运用 ISM 模型对施工组织设计中可能对工程成本造成影响的因素进行分析。首先,绘制出各因素影响关系图;其次根据影响关系图构建邻接矩阵,通过矩阵运算求出可达矩阵;接着根据可达矩阵绘制树形分层结构图,明确展示施工组织设计中各影响因素之间的相互关系,及对海外铁路工程成本影响的层次关系;最后提出了通过优化施工组织设计来控制海外铁路建设成本的观点。

关键词: 海外; 铁路; 成本; 施工组织; ISM 模型

中图分类号: U215.1 **文献标志码:** A

Analysis of Influence of Construction Organization Design on Cost of Overseas Railway Construction

LIU Jingwen

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: In this paper, ISM model is used to analyze the factors that may affect the project cost in the construction organization design. First of all, draw out the influence diagram of each factor; secondly, build the adjacency matrix according to the influence diagram and calculate the reachability matrix through matrix operation; then draw the tree hierarchical structure diagram according to the reachability matrix to clearly show the mutual relationship between the influence factors in the construction organization design and the hierarchical relationship of the impact of construction organization design on the cost of overseas railway projects; finally, put forward to optimize the construction organization design so as to control the cost of overseas railway construction.

Key words: overseas; railway; cost; construction organization; ISM model

施工组织设计是铁路工程设计工作的重要组成部分,将直接影响工程项目总成本的确定。海外铁路项目一般投资规模大,物资消耗大,加之市场竞争激烈且风险较高,一旦管理不好,将会给企业带来巨大亏损,甚至会影响国家的声誉。海外铁路建设成本在考虑“人材物机”费用的同时,也要考虑一定的风险。而如何使“人材物机”的配备达到经济合理、风险可控的效果,需要合理的施工组织设计。本文基于已完成的多

个海外铁路项目成本编制工作,从工程经济专业角度总结分析施工组织设计对工程项目成本的影响。

1 ISM 方法原理

解释结构模型(Interpretative structural modeling, ISM)方法是美国人 J. N. Warfield 在 1973 年为分析复杂的社会经济系统问题而开发的一种方法。它将复杂的系统分解为若干子系统(或要素),利用矩阵计算方

收稿日期:2019-01-23

作者简介:刘静雯(1987-),女,工程师。

引文格式:刘静雯. 施工组织设计对海外铁路建设成本影响的分析[J]. 高速铁路技术,2019,10(6):54-57.

LIU Jingwen. Analysis of Influence of Construction Organization Design on Cost of Overseas Railway Construction [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(6): 54-57.

法以及计算机的辅助,将系统转换成一个多级递阶的结构模型^[1]。该模型实际上是通过“节点”和“有向连接边”构成的“有向连接图”来描述的一个系统结构,它不仅可以分析系统的要素选择是否合理,还可以分析系统要素及其相互关系对系统总体的影响等问题。

2 基于 ISM 对施工组织中影响工程造价各因素的结构分析

施工组织设计的作用是对项目在人力和物力、时间和空间、技术和组织等方面做出全面科学合理的安排。施工组织设计贯穿铁路建设全过程,是指导项目建设的纲领性文件。设计阶段需依靠施工组织的设计意见完成投资预测;施工阶段需要实施施工组织设计指导现场施工,控制施工成本。一般情况下,设计阶段方案优化能节约 70% 的建设成本,所以在设计阶段研究施工组织设计对铁路建设成本的影响是十分必要的。

从上世纪 80 年代开始,随着铁路工程建设的不断发展,施工组织设计也在不断地改变自己的角色。我国施工组织设计的编制规定最早出现在 1982 年,至今已更换 5 版,从 2000 年的“设计办法”到 2009 年的“设计指南”,再到如今的“设计规范”,国家对于铁路项目的施工组织设计工作越来越重视,已从一个参考性依据文件变为硬性规定。

根据施工组织编制规范,施工组织设计主要解决以下几个问题^[2]:

- (1) 选择铺轨点及铺轨方向;
- (2) 选择制梁场位置、与沿线铁路距离及架梁方向;
- (3) 控制工期工程及线路上关键工程的施工方法、进度、顺序和施工措施;
- (4) 选择最优的施工方案;
- (5) 确定施工总工期;
- (6) 确定材料供应计划。

在海外项目中,由于所在国国情、现场交通运输情况、项目管理模式等因素的变化,使得施工组织设计中影响铁路造价各因素的重要程度发生变化,各需因素之间的相互影响关系也变得模糊不清,故需采用 ISM 模型进行分析。

ISM 模型即解释结构模型,是结构模型化技术的一种。此模型以定性分析为主,属于概念模型,可以把模糊不清的思想、看法转化为直观的具有良好结构关系的模型^[3]。模型通过对表示有向图的相邻矩阵的逻辑运算,得到可达性矩阵,然后分解可达性矩阵,最终使复杂系统分解成层次清晰的多级递阶形式,分析

元素之间错综复杂的关系^[4]。

因此,站在工程经济设计专业的角度,对施工组织中建设成本的各影响因素展开研究。

2.1 施工调查

完成项目施工组织、成本分析前,都应进行工程调查,收集当地工料机价格、项目所在地区的交通设施情况以及现场施工条件等资料。海外工程项目受各种客观条件和时间因素的制约,其所在国政治、经济、文化等特点都可能会对建设成本造成影响^[5]。因此,在调查以上内容时,还应对所在国的国情、社会状况、法律法规、资金来源以及价格上涨指数等内容进行调查。调查工作完成得越仔细,对风险认知越详细,越能更好地做到风险可控。建设成本的确定应建立在对所在国的调查资料基础上,此项工作是确定工程造价是否合理的最重要环节,是编制施工组织设计的首要任务。

2.2 资源配置方案

材料及物资的费用是铁路项目工程“人材物机”成本中占比最大的部分^[6]。对于材料单价及其运杂费需进行材料供应计划方案比选。海外项目材料的供应方案不仅要考虑所在国国内火车、汽车等运输方案的经济比选,还要考虑从不同国家进口材料的方案选择。其材料采购价格、运输方案可实施性、运输费用都将对工程成本造成影响。国外材料供应计划方案的比选,首先应根据调查资料确定材料来源点;然后根据各材料来源点的采购量、采购价格,确定到施工现场可采用的运输方式、运输价格及运输距离,通过材料原价及运杂费的比选,确定最佳方案。

资源配置方案中,对海外铁路项目成本分析有影响的因素有材料供应点、运输方式、运输距离和运输单价。

2.3 施工现场布置

为满足铁路项目施工现场的需要,在施工前应修建一些大型临时工程,如:制(存)梁场、铺轨基地、轨枕预制场、混凝土搅拌站、道砟存放场等。在第三世界国家的建设项目中,由于所在国铁路、公路运输业不发达,大型临时设施位置的选择更多受到资源配置方案和施工工期的影响。

2.4 施工进度计划^[7]

结合所在国国情对不同施工进度计划方案进行比较,在满足安全可靠的前提下,确定经济合理的进度计划安排。

在国外项目中,施工进度计划方案中要考虑设计工期。在进行施工工期方案比较时,首先应确定全线工程量,由此确定控制工程及重难点工程。通过对控

制工程工期、重难点工程工期、铺架工程的比较,对工程工期与费用进行技术经济比选,确定费用与工期的平衡点,即为最佳方案。

施工进度计划中,对海外铁路项目成本分析有影响的因素有设计工期、全线工程量、控制工期工程工期和重难点工程工期。

3 基于 ISM 模型对施工组织中各因素的影响关系分析

3.1 根据施工组织中各因素对工程造价的影响建立系统关系图

通过分析,得出施工组织中对工程造价产生影响的各因素之间的相互影响关系有向图,如图 1 所示^[8]。

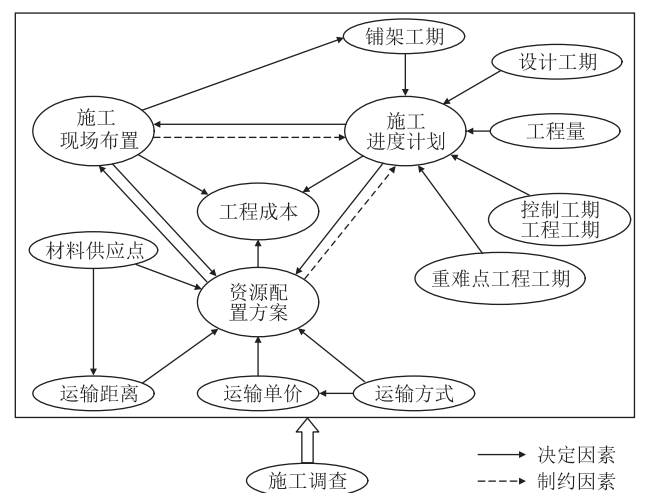


图 1 各因素相互影响关系有向示意图

3.2 构建邻接矩阵

首先根据施工组织中对工程造价造成影响的各因素之间的有向图,建立各因素之间的关系表。其中各因素编号如下:施工调查S1、施工现场布置S2、施工进度计划S3、资源配置方案S4、运输方式S5、运输距离S6、运输单价S7、工程成本S8、铺架工期S9、设计工期S10、工程量S11、控制工期工程工期S12、重难点工程工期S13、铁路工程成本S14。

表 1 各因素相互影响关系表

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
S1		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S2				○								○		○
S3		○		○										○
S4		○												
S5				○		○								
S6				○										
S7				○										
S8				○			○							
S9			○											
S10			○											
S11			○											
S12			○											
S13			○											
S14														

注:○表示有直接决定关系

度计划 S3、资源配置方案 S4、运输方式 S5、运输单价 S6、运输距离 S7、供应点 S8、设计工期 S9、工程量 S10、控制工程工期 S11、重难点工程工期 S12、铺架工期 S13、铁路工程成本 S14。14 个要素的关系反映在表格中,如表 1 所示。

根据各元素之间是否存在直接影响关系,建立与元素关系表对应的,用 1 和 0 表示元素的邻接矩阵。

A =

0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

矩阵 A 各行列元素的值满足:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{当 } S_i \text{ 对 } S_j \text{ 有影响} \\ 0 & \text{当 } S_i \text{ 对 } S_j \text{ 无影响} \end{cases} \quad (1)$$

3.3 通过矩阵运算求出系统的可达矩阵 M

遵照布尔运算法则,根据公式 $(A + I)^{k-1} \neq (A + I)^k = (A + I)^{k+1} = M$,由邻接矩阵 A 计算得到可达矩阵 M。当 k = 4 时,求得可达矩阵 M:

M =

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.4 构建系统 ISM 层次结构模型

对求得的可达矩阵 M 进行区域分解和级间分解,逐步确认最高层、次高层数据,直到分析出所有元素所在的层次,即可得到系统模型的分层解释结构。所有元素分为 5 层结构,如图 2 所示。

- (1)第0层:铁路工程成本 S14;
- (2)第1层:施工现场布置 S2,施工进度计划 S3,资源配置方案 S4,铺架工期 S12;
- (3)第2层:运输单价 S6,运输距离 S7,设计工期 S9,工程量 S10,控制工程工期 S11,重难点工程工期 S13;
- (4)第3层:运输方式 S5;供应点 S8;
- (5)第4层:施工调查 S1。

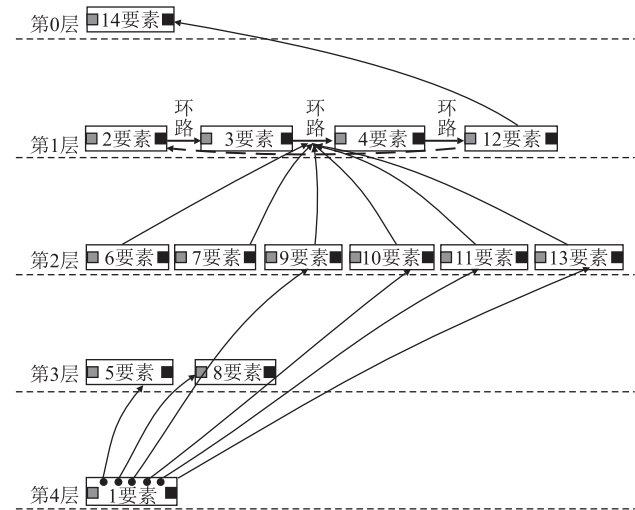


图2 分层解释结构示意图

根据系统层次结构,画出施工组织中工程造价14个影响因素按照重要性和考虑优先级所构成的树形分层结构图,如图3所示。

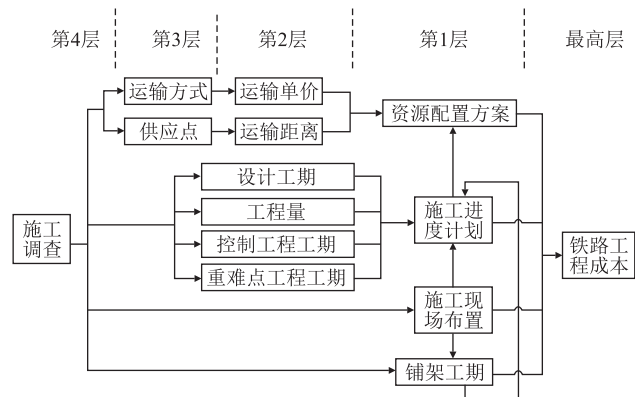


图3 树形分层结构示意图

由图3可知,在海外项目的施工组织设计中,对铁路工程造价影响的主要因素是资源配置方案、施工进度计划、施工现场布置以及铺架工期。而运输单价、运输距离、设计工期、工程量、控制工程工期、重难点工程工期是施工组织设计中影响铁路工程造价的最基本因素,是确定以上4个因素的依据和基础。施工调查是确定以上因素的前提,是分析所有因素之前的首要任务。

4 结论

本文结合ISM方法,解释了施工组织中工程造价各影响因素的层级结构和优先级顺序,为开展实际工作提供了理论指导。

在编制海外铁路施工组织设计时,应首先应制定施工进度计划,根据工期进度确定资源配置方案和施工现场布置情况,再根据施工现场布置情况确定铺架工期,然后通过铺架工期验证施工进度计划的合理与正确性。在设计阶段做好施工组织设计,可为项目决策提供技术支持,为编制铁路工程造价奠定基础,对优化工程设计、降低工程造价、指导施工及提高工程效益都具有重要作用。

参考文献:

[1] John N. Warfield, Binary Matrices in System Modeling[J]. IEEE Transactions on Systems Man & Cybernetics, 1973, 3(5): 441 - 449.

[2] Q/CR 9004 - 2018 铁路工程施工组织设计规范[S]. Q/CR 9004 - 2018 Code for Design of Railway Engineering Construction Organization[S].

[3] 宋昱. 施工组织设计对高速铁路建设成本的影响探析[J]. 交通科技, 2011, 37(3): 148 - 150. SONG Yu. Analysis of the Influence of Construction Organization Design on the Construction Cost of High Speed Railway [J]. Transportation Science & Technology, 2011, 37(3): 148 - 150.

[4] 黄炜. 黑客与反黑客思维研究的方法论启示: 解释结构模型新探[D]. 广州: 华南师范大学, 2003. HUANG Wei. Inspiration of Hacker & Counter-hacker Thought Research Methodology: An New Exploration of ISM[D]. Guangzhou: South China Normal University, 2003.

[5] 王健. 国外铁路工程建设工经专业调查内容及方法[J]. 铁路工程造价管理, 2013, 28(3): 44 - 46. WANG Jian. Research Contents and Methods of Project Economy Profession in Foreign Railway Engineering Construction[J]. Railway Engineering Cost Management, 2013, 28(3): 44 - 46.

[6] 赵民有. 铁路工程材料运输组织方式及运输费用分析[J]. 铁路工程造价管理, 2014, 29(1): 31 - 33. ZHAO Minyou. Analysis of Railway Engineering Materials Transportation Organization Mode and Cost[J]. Railway Engineering Cost Management, 2014, 29(1): 31 - 33.

[7] 张金苍. 铁路施工组织进度辅助设计系统的实现[J]. 铁道标准设计, 2012, 56(2): 23 - 25. ZHANG Jincang. Development of Railway Construction Organization Schedule CAD System[J]. Railway Standard Design, 2012, 56(2): 23 - 25.

[8] 范永红. 从造价管理的视角谈施工组织设计的编制[J]. 山西建筑, 2009, 35(35): 196 - 197. FAN Yonghong. On Compilation of Construction Organization Design from Aspect of Cost Management[J]. Shanxi Architecture, 2009, 35(35): 196 - 197.

(编辑:苏玲梅 张红英)