

医院 EPC 项目管理协同度评价研究

朱雪欣^{1,2}, 陈昊¹, 单法家¹

(1. 青岛理工大学管理工程学院, 山东 青岛 266520;
2. 山东省高校智慧城市建设管理研究中心, 山东 青岛 266520)

摘要:为提高医院 EPC 项目管理效率,首先,依据霍尔的三维结构模式(Hard System Methodology, HSM)并结合医院工程总承包(Engineering Procurement Construction, EPC)项目的特点,构建了一个涵盖业务、组织、过程、信息、制度和资源六大子系统的医院 EPC 项目管理协同系统模型,基于此建立了医院 EPC 管理协同度评价指标体系;然后,运用改进的层次分析法确定指标权重,并结合序参量功效函数法对项目协同度进行量化计算,以此构建了医院 EPC 项目管理协同度评价模型;最后,以济南市某医院 EPC 项目为例,分析得出该项目各阶段的管理协同度、各子系统有序度及各序参量指标的敏感性程度。结果表明:该项目设计阶段和采购阶段的管理协同度处于低度协同水平,施工阶段处于低度不协同水平;在各子系统中,制度协同、业务协同、过程协同的有序度较低,应针对识别出的高敏感性指标进行改进。

关键词:医院项目;EPC 模式;霍尔三维结构;项目管理;协同度

中图分类号:TU71 **文献标志码:**A

引用格式:朱雪欣,陈昊,单法家. 医院 EPC 项目管理协同度评价研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2024,26(4):362-370.

与其他公共建筑相比,医院建设项目具有专业性强、参与主体多、建设周期长等特点^[1],采用传统管理模式进行建设时常出现资源配置效率低下、工程质量不符合预期等问题。工程总承包(Engineering Procurement Construction, EPC)模式作为推动建筑行业高质量发展的工程建设模式,其在医院建设项目中的应用有助于有效控制成本和保障各利益方的权益,但也可能引发管理效率降低和协同问题。管理协同度作为评估项目各阶段协作效果的重要指标^[2],其评价对于提升项目管理效率和确保项目顺利推进具有重要意义。

近年来,国内外学者已在 EPC 项目协同管理领域取得了一系列成果。孙亮等^[3]通过建立施工方主导的 EPC 项目“一体化协同体系”,探讨了项目实施、设计和采购协同的关键要素;刘光忱等^[4]从总承包商视角,就如何提升装配式建筑供应链协同管理水平提出了建议。在医院 EPC 项目的协同管理方面,黄庆辉等^[5]构建了基于全过程咨询的医院建设项目设计管理协同体系;王二龙等^[6]通过分析极限工期下医院建设项目总承包商协同管理现状,提出了保证项目实施的高效协同管理路径。这些研究虽然丰富了 EPC 项目管理的理论和实践,但多聚焦于项目单

一阶段的协同管理,而对医院 EPC 项目整体协同度的系统评价研究较为缺乏。

鉴于此,本研究基于霍尔的三维结构模式(Hard System Methodology, HSM)和管理协同原则,构建了适用于医院 EPC 项目的管理协同三维体系;结合 EPC 模式的特点,进一步优化了医院 EPC 项目管理协同系统模型。在此基础上,通过识别影响管理协同的关键因素,建立了一个全面的协同度评价指标体系;采用序参量功效函数法对医院 EPC 项目的管理协同度进行了量化评估。

一、医院 EPC 项目管理协同机理分析

1971 年,德国著名物理学家赫尔曼·哈肯提出了协同效应(Synergy Effects)概念,即通过归纳不同系统从无序走向有序的相似性,研究复杂系统中若干子系统的相互协同效应。在医院 EPC 项目中,应通过分析医院 EPC 项目的特点,建立医院 EPC 项目管理协同三维体系并构建管理协同系统模型,以此来分析医院 EPC 项目管理协同效应机理,以为建立医院 EPC 项目管理协同度评价指标体系奠定理论基础。

1. 医院 EPC 项目特点

医院建设项目的构成复杂,涉及各类医疗专项,需要更多的专业设计分包和专业施工分包,对总承包方的协同管理水平要求较高。在选用 EPC 模式组织项目建设时,总承包方作为项目的责任主体,负责统筹协调整个项目,要同时保证项目不同工序的有效衔接和医疗专项的高效协调运转,一旦出现问题将由总承包方承担主要责任。此外,与其他建设项目追求“净收益最大化”的目标不同,医院建设项目主要以提供优质、安全、高效的就医服务为主要目标。在质量、安全、进度、经济效益、社会效益等多目标维度下,总承包方要保证项目管理的高效性和协调性。

基于上述特点,医院建设项目选用 EPC 模式组织项目建设时,对总承包方的专业性及管理协同水平提出了更高的要求。

2. 医院 EPC 项目管理协同三维体系

HSM 是由美国系统工程专家霍尔等人

提出的用于指导大型复杂系统规划、组织、管理的重要方法论^[7]。本研究基于 HSM 和管理协同原则,针对医院 EPC 项目,从 EPC 总承包商的视角出发,将管理协同体系划分为业务维、组织维和过程维 3 个维度,构建了医院 EPC 项目的管理协同三维体系(见图 1)。

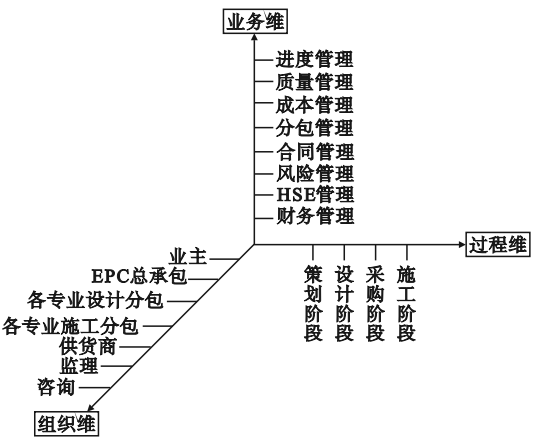


图 1 医院 EPC 项目管理协同三维体系

在医院 EPC 项目中,业务维是管理协同的客体(即项目管理的内容),包括如进度、质量、成本、财务、合同、分包、风险及健康安全环境(HSE)管理等方面;组织维是管理协同的主体,包括项目的各参与方;过程维是管理协同的基础,包括工程总承包方按照合同的约定承担工程项目的设计、采购、施工、试运行服务等工作。通过分析这 3 个维度内部及其相互间的协同程度,可全面反映项目的整体管理协同水平。

3. 医院 EPC 项目管理协同系统模型

一个复杂系统是由多个子系统组成的,子系统之间的协同作用能使系统整体机能提高。由于在项目管理体系中还存在其他能对管理协同效果产生影响的因素,为更全面地理解和评价医院 EPC 项目管理协同度,本研究在医院 EPC 项目的管理协同三维体系基础上,结合文献^[8-11]和专家访谈内容,识别出了影响管理协同的关键因素,并构建了包含业务协同、组织协同、过程协同、信息协同、制度协同和资源协同六大子系统的管理协同系统模型(见图 2)。

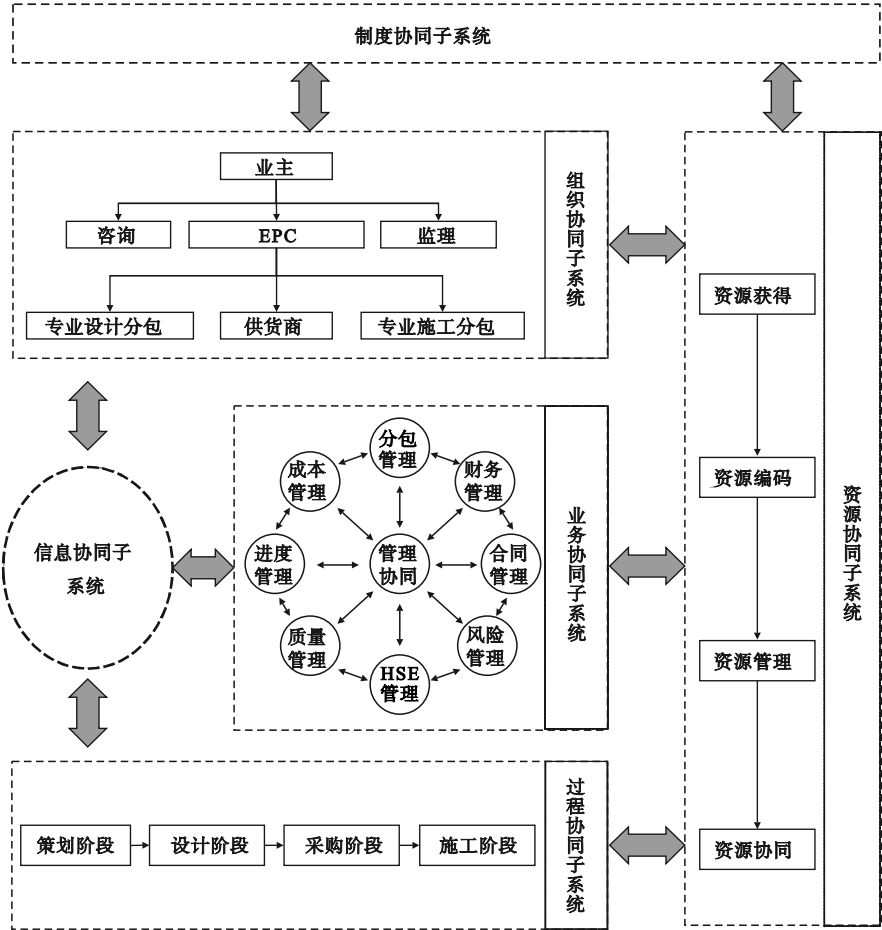


图 2 医院 EPC 项目管理协同系统模型

二、医院 EPC 项目管理协同度评价指标体系的构建

1. 评价指标体系的构建

在医院 EPC 项目管理协同度的评价指标体系构建方面,本研究基于项目管理协同领域的广泛文献综述,并结合医院 EPC 项目管理协同系统模型,提出了一个全面的评价框架。基于管理序参量原理(序参量是指驱动系统状态变化的关键变量),本体系在业务子系统内设立了目标制定和业务水平两个序参量,旨在评估业务目标一致性和核心业务管理水平;在组织子系统方面,通过下设组织架构和组织管理两个序参量,评价了项目参与各方间以及内部的组织协同情况;过程子系统通过过程管理和过程控制两个序参量,评价项目实施各阶段的有效衔接情况;在信息子系统中,信息平台和信息管理两个序

参量用于衡量项目各阶段及各参与方间信息沟通和共享的效率;在制度子系统中,制度体系和制度效果两个序参量能评估项目制度框架的完整性和实施效果;资源子系统的资源配置和资源利用两个序参量,能有效考察项目内外部资源的分配和使用效率。在这六大子系统下,共细化出了 30 个序参量分量,构成了医院 EPC 项目管理协同度评价指标体系(见表 1)。

2. 评价指标体系一致性检验

为确保医院 EPC 项目管理协同度评价指标体系的合理性,本研究采用德尔菲法进行专家评审。通过向具有 10 年以上工程管理经验专家发放问卷,对各评价指标(序参量及其分量)的重要性进行评分,以此收集专家意见。本次调研共发放 100 份问卷,回收有效问卷 93 份。为保障问卷数据的可靠性,利用 SPSS 软件进行了信度检验,包括

表 1 医院 EPC 项目管理协同度评价指标体系

| 子系统 | 序参量 | 序参量分量 | 子系统 | 序参量 | 序参量分量 |
|------------|-----------------|-----------------------|------------|--------------------|---------------------|
| 业务协同 S_1 | 目标制定 O_1 | 业务目标一致性 x_{11} | 信息协同 S_4 | 信息平台 O_7 | 平台的适用性 x_{71} |
| | | 职能部门协调性 x_{12} | | | 平台的稳定性 x_{72} |
| | | 业务水平 O_2 | | 成本控制水平 x_{21} | 信息管理 O_8 |
| | 质量控制水平 x_{22} | | | 信息传递的及时性 x_{82} | |
| | 进度控制水平 x_{23} | | | 信息共享程度 x_{83} | |
| 组织协同 S_2 | 组织架构 O_3 | 部门设置合理性 x_{31} | 制度协同 S_5 | 制度体系 O_9 | 制度的完善程度 x_{91} |
| | | 组织管理跨度合理性 x_{32} | | | 制度公开、公示情况 x_{92} |
| | | 各参建单位协作情况 x_{41} | | | 制度与组织的适应性 x_{101} |
| | 组织管理 O_4 | 各参建单位管理规范化程度 x_{42} | | 制度效果 O_{10} | 制度的执行情况 x_{102} |
| | | 各岗位人员沟通效率 x_{43} | | | 制度的奖惩效果 x_{103} |
| 过程协同 S_3 | 过程管理 O_5 | 前期策划有效性 x_{51} | 资源协同 S_6 | 资源配置 O_{11} | 资源整合情况 x_{111} |
| | | 工作流程有序性 x_{52} | | | 资源分配情况 x_{112} |
| | | 医疗专项过程衔接情况 x_{53} | | | 资源利用 O_{12} |
| | 过程控制 O_6 | 过程安全把控情况 x_{61} | | 资源有效利用率 x_{122} | |
| | | 过程标准化把控情况 x_{62} | | 资源灵活调度情况 x_{123} | |

计算 Cronbach's α 系数以评估问卷的内部一致性,以及进行项目总体相关系数(CITC)分析以评价各个项目与总体的相关性,检验结果如表 2 所示。

表 2 信度检验结果

| 子系统 | Cronbach's α 系数 | 校正后项目与总分相关性 | 项数 |
|------|------------------------|-------------|----|
| 业务协同 | 0.833 | 0.746 | 2 |
| 组织协同 | 0.824 | 0.727 | 2 |
| 过程协同 | 0.755 | 0.612 | 2 |
| 信息协同 | 0.742 | 0.567 | 2 |
| 制度协同 | 0.812 | 0.708 | 2 |
| 资源协同 | 0.762 | 0.622 | 2 |

调查结果显示:各子系统的 Cronbach's α 系数均大于 0.7,CITC 值均超过 0.5。由此可见,本次问卷调查的结果可靠,表明所提出的医院 EPC 项目管理协同度评价指标体系具有较高的内在一致性,确保了问卷结果的可靠性。

三、医院 EPC 项目管理协同度评价模型的构建

在医院 EPC 项目管理协同度评价模型的构建方面,本研究采用了改进的层次分析法来确定评价指标的权重,并结合序参量功效函数法依次评定序参量有序度、子系统有序度及整个医院 EPC 项目管理系统的协同度。该评价模型的目的是为了对医院 EPC

项目管理协同度进行全面评价。

1. 改进层次分析法确定权重

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是一种定性与定量分析相结合的多目标决策方法^[12]。传统的 AHP 法采用 1~9 标度法对各层级因素两两间重要程度进行比较形成判断矩阵,在确定特征向量的基础上得到各层级不同因素的权重值。当目标涉及的因素较多时,由于专家知识、个人偏好的不同,对 1~9 标度法的各判断标准之间的区分度难以准确把握,导致分析结果难以通过一致性检验。在改进层次分析法的应用中,本研究采用 3 标度法(-1,0,1)代替传统的 1~9 标度法^[13],以简化专家评分过程并提高评分的准确性。总体思路为:在构造 3 标度判断矩阵的基础上计算其最优传递矩阵,通过对最优传递矩阵进行优化得到满足一致性要求的拟优一致矩阵,进而直接求得各指标的权重值。这一方法不仅减少了工作量,而且避免了因传统 1~9 标度法导致的一致性检验不通过问题,从而提高了评价模型的可靠性和有效性。

(1)构造判断矩阵

通过邀请行业专家按照 3 标度(-1,0,1)对建立的层次分析模型中的各层元素进行两两比较,构造满足反对称矩阵的判断矩阵 A

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

(2) 构造拟优一致矩阵

根据反对称矩阵的最优传递矩阵定理

$r_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (a_{ik} - a_{jk})^{[13]}$ 得出最优传递矩阵 R

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

由 $t_{ij} = \exp(r_{ij})$ 得出 R 的拟优一致矩阵

T

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \cdots & t_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ t_{n1} & t_{n2} & \cdots & t_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

(3) 计算权重

采用乘积方根法求解所有初始判断矩阵 A 的特征向量 $W = (W_1, W_2, \cdots, W_i)$, 其中, W_i 为各指标相对于上层次指标所占的权重。

$$W_i = \left(\prod_{j=1}^n t_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} / \sum_{j=1}^n \left(\prod_{j=1}^n t_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

2. 序参量功效函数法确定协同度

在序参量功效函数法中, 系统的协同度通过子系统的有序度表示, 而子系统内部各因素的有序状态则由序参量来标定^[14]。

(1) 序参量有序度

定义医院 EPC 项目管理协同系统为 S , 其子系统集合为 $\{S_1, S_2, \cdots, S_i\} (i = 1, 2, \cdots, 6)$ 。各子系统下的序参量集合为 $O_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \cdots, x_{ij}\} (j = 1, 2, \cdots, k)$ 。其中, α_{ij} 和 β_{ij} 分别为序参量的上限和下限, x_{ij} 为序参量分量。当 x_{ij} 是正向指标时, 指标取值越大表示子系统 S_i 的有序度越高; 当 x_{ij} 是负向指标时, 指标取值越小表示子系统 S_i 的有序度越高。

计算各序参量分量的有序度 $u(x_{ij})$

$$u(x_{ij}) = \begin{cases} \frac{x_{ij} - \beta_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}}, & j \in [1, k] \\ \frac{\alpha_{ij} - x_{ij}}{\alpha_{ij} - \beta_{ij}}, & j \in [k + 1, n] \end{cases} \quad (5)$$

由此得到各序参量的有序度 $u_i(O_i)$

$$u_i(O_i) = \sum_{i=1}^n u(x_{ij}) W(x_{ij}) \quad (6)$$

式中: $W(x_{ij})$ 为序参量分量 x_{ij} 的权重。

(2) 子系统有序度

子系统的有序度由该子系统下所有序参量的有序度共同确定。

计算子系统有序度 $u_i(S_i)$

$$u_i(S_i) = \frac{\sum_{i=1}^n W(O_i) u_i(O_i) + \sqrt{\prod_{i=1}^n u_i(O_i)}}{2} \quad (7)$$

式中: $W(O_i)$ 为序参量 O_i 的权重。

(3) 医院 EPC 项目管理系统协同度

医院 EPC 项目管理系统协同度评价涵盖策划、设计、采购和施工共 4 个阶段。将策划阶段定为初始阶段 t_0 , 依次类推, 设计、采购和施工阶段分别为 t_1 、 t_2 和 t_3 , 各阶段对应的子系统有序度分别为 $u_i^0(S_i)$ 、 $u_i^1(S_i)$ 、 $u_i^2(S_i)$ 和 $u_i^3(S_i)$, 则医院 EPC 项目管理系统在 $t_0 \sim t_1$ 时间段的协同度 u 可以表示为

$$u = \theta \sum_{i=1}^6 W_i |u_i^1(s_i) - u_i^0(s_i)| \quad (8)$$

其中, $\theta = \frac{\min[u_i^1(s_i) - u_i^0(s_i) \neq 0]}{|\min[u_i^1(s_i) - u_i^0(s_i) \neq 0]|}$

3. 划分协同度等级

为适应医院 EPC 项目的特性及管理协同原则, 本研究将医院 EPC 项目管理协同度分为 6 个等级, 具体等级划分如表 3 所示。

表 3 医院 EPC 项目管理协同度评价范围标准

| 范围标准 | 评价等级 |
|----------------|-------|
| $[-1, -0.6]$ | 高度不协同 |
| $(-0.6, -0.2]$ | 中度不协同 |
| $(-0.2, 0]$ | 低度不协同 |
| $(0, 0.2]$ | 低度协同 |
| $(0.2, 0.6]$ | 中度协同 |
| $(0.6, 1]$ | 高度协同 |

四、实例分析

本研究选取济南市某医院 EPC 项目(以下简称“A 项目”)作为实证分析对象。A 项目具有显著的规模优势, 总建筑面积达 180 000 m², 其中病房建筑面积为 138 862.5 m², 隔离服务楼

和科研培训楼分别为 6 920 m² 和 31 950 m²。基于 A 项目,本研究应用已建立的医院 EPC 项目管理协同度评价模型进行实证分析,旨在验证模型的实用性,并为相似项目提供参考。

1. 确定指标权重

在确定评价指标权重的过程中,本研究邀请了 40 位具有高级工程师职称的行业专家完成问卷调查,以进行指标重要性的比较。以确定各子系统指标权重值为例,通过对问卷数据进行汇总整理构造出子系统指标的判断矩阵 A

A = [[0, 0, -1, -1, 0, 1], [0, 0, -1, -1, 1, 1], [1, 1, 0, 1, 1, 1], [1, 1, -1, 0, 1, 1], [0, -1, -1, -1, 0, 1], [-1, -1, -1, -1, -1, 0]]

由式(2)、式(3)得到子系统指标的拟优一致矩阵 T

T = [[1, 0.85, 0.37, 0.51, 1.18, 1.95], [1.18, 1, 0.44, 0.61, 1.40, 2.30], [2.72, 2.30, 1, 1.40, 3.21, 5.29], [1.95, 1.65, 0.72, 1, 2.30, 3.79], [0.85, 0.72, 0.31, 0.44, 1, 1.65], [0.51, 0.44, 0.19, 0.26, 0.61, 1]]

由式(4)根据乘积方根法得到子系统指标的特征向量 W_s = (0.122, 0.144, 0.331, 0.237, 0.103, 0.063), 这一向量反映了各子系统指标的相对权重。

同理,可计算得出各序参量及其对应序参量分量的权重值。序参量权重集分别为 W_{s1} = (0.269, 0.731), W_{s2} = (0.500, 0.500), W_{s3} = (0.731, 0.269), W_{s4} = (0.269, 0.731), W_{s5} = (0.269, 0.731), W_{s6} = (0.500, 0.500); 各序参量所对应的序参量分量权重集分别为 W_{o1} = (0.731, 0.269), W_{o2} = (0.576, 0.212, 0.212), W_{o3} = (0.731, 0.269), W_{o4} = (0.422, 0.422, 0.156), W_{o5} = (0.289, 0.148, 0.563), W_{o6} = (0.269, 0.731), W_{o7} = (0.731, 0.269), W_{o8} = (0.563, 0.289, 0.148), W_{o9} = (0.731,

0.269), W_{o10} = (0.563, 0.289, 0.148), W_{o11} = (0.731, 0.269), W_{o12} = (0.148, 0.563, 0.289)。这些权重值为医院 EPC 项目管理协同度的进一步评价提供了量化基础。

2. 计算协同度

为计算 A 项目的管理协同度,本研究通过专家咨询方式邀请了参与 A 项目的业主、EPC 总承包方、监理方、咨询方等关键成员及相关领域专家进行评分,以评估项目各阶段的协同情况。本次问卷调查共发放 50 份问卷,成功回收 42 份有效问卷。通过汇总和分析问卷结果,将各指标的问卷调查结果平均值作为该指标的评价值原始数据,以此分析 A 项目的管理协同状况,具体结果如表 4 所示。

表4 A 项目各阶段管理协同情况

| 序参量分量 | 指标评价值 | | | |
|------------------------------|-------|------|------|------|
| | 策划 | 设计 | 采购 | 施工 |
| 业务目标一致性 x ₁₁ | 6.12 | 6.32 | 5.45 | 5.17 |
| 职能部门协调性 x ₁₂ | 6.31 | 6.51 | 5.26 | 5.52 |
| 成本控制水平 x ₂₁ | 6.13 | 6.12 | 5.84 | 6.21 |
| 质量控制水平 x ₂₂ | 6.25 | 5.16 | 5.74 | 6.13 |
| 进度控制水平 x ₂₃ | 5.57 | 5.15 | 4.94 | 5.21 |
| 部门设置合理性 x ₃₁ | 5.62 | 5.62 | 6.12 | 6.31 |
| 组织管理跨度合理性 x ₃₂ | 6.73 | 7.15 | 5.54 | 6.14 |
| 各参建单位协作情况 x ₄₁ | 6.82 | 7.14 | 6.86 | 6.57 |
| 各参建单位管理规范化程度 x ₄₂ | 5.88 | 6.26 | 6.59 | 6.93 |
| 各岗位人员沟通效率 x ₄₃ | 5.64 | 6.41 | 6.27 | 4.74 |
| 前期策划的有效性 x ₅₁ | 6.39 | 6.17 | 5.46 | 5.19 |
| 工作流程有序性 x ₅₂ | 5.33 | 6.33 | 5.97 | 5.23 |
| 医疗专项过程衔接情况 x ₅₃ | 5.31 | 6.14 | 5.32 | 5.12 |
| 过程安全把控情况 x ₆₁ | 5.95 | 6.25 | 6.24 | 5.31 |
| 过程标准化把控情况 x ₆₂ | 5.87 | 6.15 | 6.69 | 6.95 |
| 平台的适用性 x ₇₁ | 5.78 | 6.64 | 6.56 | 5.74 |
| 平台的稳定性 x ₇₂ | 5.43 | 6.28 | 6.36 | 6.65 |
| 信息收集的完整性 x ₈₁ | 6.66 | 7.18 | 6.51 | 6.62 |
| 信息传递的及时性 x ₈₂ | 6.33 | 7.56 | 6.26 | 6.39 |
| 信息共享程度 x ₈₃ | 6.42 | 5.32 | 6.69 | 5.98 |
| 制度的完善程度 x ₉₁ | 5.85 | 5.39 | 5.83 | 5.23 |
| 制度公开、公示情况 x ₉₂ | 5.99 | 5.51 | 5.58 | 5.02 |
| 制度与组织的适应性 x ₁₀₁ | 4.48 | 4.63 | 5.35 | 4.55 |
| 制度的执行情况 x ₁₀₂ | 5.62 | 5.14 | 5.84 | 5.87 |
| 制度的奖惩效果 x ₁₀₃ | 6.32 | 6.22 | 6.93 | 5.61 |
| 资源整合情况 x ₁₁₁ | 5.83 | 6.18 | 6.17 | 6.67 |
| 资源分配情况 x ₁₁₂ | 6.35 | 6.54 | 6.83 | 6.67 |
| 资源审批流程的规范性 x ₁₂₁ | 6.12 | 6.36 | 6.82 | 6.44 |
| 资源有效利用率 x ₁₂₂ | 6.53 | 6.52 | 6.78 | 6.36 |
| 资源灵活调度情况 x ₁₂₃ | 6.31 | 5.52 | 5.68 | 6.76 |

在协同度计算过程中,所有选定的序参

量分量指标均为正向指标,意味着指标值越高,子系统的有序度越高。根据序参量分量有序度的计算公式(5),结合各指标的权重值,可以计算出各序参量的有序度。以设计阶段目标协同子系统目标制定 O_1 序参量指标为例,应用该方法计算得到其有序度

$$\begin{aligned}u_1(O_1) &= u(x_{11})W(x_{11}) + u(x_{12})W(x_{12}) \\&= 0.665\,0 \times 0.731 + 0.688\,8 \times 0.269 \\&= 0.671\,4\end{aligned}$$

同理,对所有序参量指标进行计算,最终汇总得到的计算结果如表 5 所示。

表 5 A 项目各阶段序参量有序度

| 序参量 | 有序度 | | | |
|---------------|---------|---------|---------|---------|
| | 策划 | 设计 | 采购 | 施工 |
| 目标制定 O_1 | 0.646 4 | 0.671 4 | 0.549 9 | 0.533 0 |
| 业务水平 O_2 | 0.629 6 | 0.588 9 | 0.578 5 | 0.622 6 |
| 组织架构 O_3 | 0.614 8 | 0.628 9 | 0.620 5 | 0.658 0 |
| 组织管理 O_4 | 0.655 0 | 0.706 9 | 0.706 8 | 0.679 7 |
| 过程管理 O_5 | 0.578 1 | 0.647 1 | 0.557 1 | 0.519 6 |
| 过程控制 O_6 | 0.611 4 | 0.647 1 | 0.696 1 | 0.688 6 |
| 信息平台 O_7 | 0.585 7 | 0.692 9 | 0.688 3 | 0.623 1 |
| 信息管理 O_8 | 0.691 1 | 0.751 7 | 0.683 1 | 0.682 3 |
| 制度体系 O_9 | 0.611 0 | 0.552 8 | 0.595 3 | 0.521 7 |
| 制度效果 O_{10} | 0.510 3 | 0.501 7 | 0.590 7 | 0.511 1 |
| 资源配置 O_{11} | 0.621 2 | 0.659 6 | 0.668 4 | 0.708 8 |
| 资源利用 O_{12} | 0.675 7 | 0.650 9 | 0.683 5 | 0.685 9 |

在得到各序参量有序度的基础上,结合各序参量权重值,根据式(7)计算各子系统的有序度,汇总得到的计算结果如表 6 所示。

表 6 A 项目各阶段子系统有序度

| 子系统 | 有序度 | | | |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| | 策划 | 设计 | 采购 | 施工 |
| 业务协同 S_1 | 0.636 0 | 0.619 9 | 0.567 4 | 0.587 3 |
| 组织协同 S_2 | 0.634 7 | 0.667 3 | 0.662 9 | 0.668 8 |
| 过程协同 S_3 | 0.590 8 | 0.647 1 | 0.608 6 | 0.581 6 |
| 信息协同 S_4 | 0.649 5 | 0.728 8 | 0.685 1 | 0.659 2 |
| 制度协同 S_5 | 0.547 9 | 0.521 0 | 0.592 5 | 0.515 1 |
| 资源协同 S_6 | 0.648 2 | 0.655 3 | 0.676 0 | 0.697 3 |

利用子系统有序度及其权重,在设定项目策划阶段为初始阶段(t_0)的基础上,由式(8)分别计算出 A 项目在设计阶段、采购阶段、施工阶段的管理协同度,计算结果如图 3 所示。

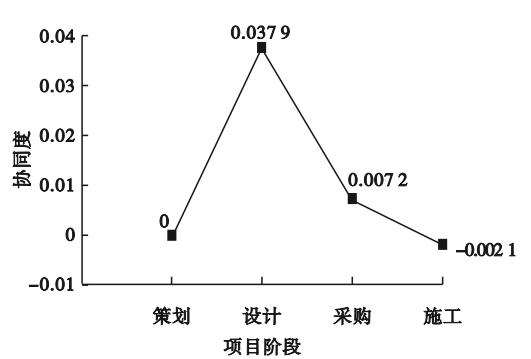


图 3 A 项目各阶段管理协同度

3. 评价结果分析

(1)管理协同度结果分析

评价结果显示:以策划阶段为基期,A 项目从策划阶段到设计阶段的管理协同度增至 0.037 9,按照医院 EPC 项目管理协同度的评价标准,此阶段的评价等级定为低度协同;进入采购阶段,协同度降至 0.007 2,仍处于低度协同的范围,但已接近低度不协同的边缘;至施工阶段,协同度进一步下降至 -0.002 1,进入低度不协同的级别。

对 A 项目管理协同度的变化趋势进行分析,发现设计阶段相对较高的协同度主要源于总承包方在项目初期按照业主的要求进行项目规划和施工组织设计,这一阶段较少涉及其他利益相关方的协调。而在采购阶段,协同度开始下降,主要是由于医院项目包含多项医疗专项工程,总承包方需确保采购的医疗设施及材料满足特定品质和标准,这要求其在业主、材料供应商等多方之间进行有效协调,协同难度因而增加。在施工阶段,项目涉及的参与方大量增加,项目参与人数也大大增加,故此阶段的不确定性较大,容易出现工期延误、质量缺陷等多类风险,项目管理难度较大,对项目管理方的协同水平的要求也更高。

(2)子系统有序度结果分析

由表 6 可知,A 项目各个子系统协同度均在 0.2 以上,其中组织协同、信息协同、资源协同的有序度较高,处于 0.6~1 范围内且波动幅度较小,属于高度协同水平。而制度协同、目标协同、过程协同的有序度相对较低且波动幅度相对较大,属于中度协同水平。

对 A 项目 3 个有序度较低的子系统进行原因分析。业务协同子系统的有序度在策划和设计阶段保持着较高的协同水平,协同水平在采购阶段下降幅度较大,到了施工阶段又有所上升,其原因可能是总承包方与业主方在进行大宗医疗专项采购时,由于利益诉求的不同出现了意见分歧。过程协同子系统的有序度在采购和施工阶段持续走低,其主要原因可能是,随着项目后期建设程序的增多,项目各阶段各工序间的衔接难度也随之加大。制度协同子系统的有序度较低可能是因为医院 EPC 项目中,项目的构成较为复杂、项目的合同不够规范且风险分担机制不够健全。另外,A 项目的管理规章制度仍依照传统施工模式制定,并不适用于当前模式。

(3)序参量指标敏感性分析

综合上述分析可知,A 项目施工阶段的管理协同工作仍存在较大改进空间。通过对敏感性数值较大的指标进行改进可以更高效地提升 A 项目的管理协同等级。以 A 项目施工阶段制度协同子系统为例,通过上下浮动(15%以内)下属各序参量分量指标的数值,能更好地分析各序参量分量变化对项目整体管理协同度的影响程度,进而判断各序参量分量的敏感性程度,其计算结果如图 4 所示。

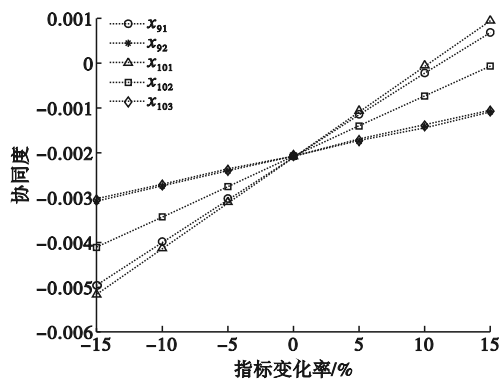


图 4 制度协同子系统敏感性分析结果

计算结果显示:制度的完善程度 x_{91} 、制度与组织的适应性 x_{101} 的敏感性数值均较大,而其他 3 项的敏感程度相对较弱。因此,应从完善风险分担机制、利益分配机制和奖惩制度等方面对 A 项目进行优化和改进。同理,通过对其他子系统下各序参量分量进

行敏感性分析并识别出更容易改进的指标,有助于更高效地提升 A 项目的整体管理协同水平。

五、结 语

本研究针对医院 EPC 项目的特点,构建了医院 EPC 项目管理协同系统模型,该模型涵盖了业务、组织、过程、信息、制度和资源六大协同子系统,为医院 EPC 项目管理协同度的评价提供了一个较为全面的指标体系。采用改进的层次分析法确定了评价指标体系中各指标权重,结合序参量功效函数法依次确定了各子系统、各序参量及其分量的有序度,并最终确定项目各阶段的管理协同度,以此构建了医院 EPC 项目管理协同度评价模型。通过以济南市某医院 EPC 项目为案例进行的实证分析,揭示了该项目在不同阶段的管理协同情况。结果表明,项目在设计 and 采购阶段的管理协同度处于低度协同水平,而在施工阶段则降至低度不协同水平。尤其是在制度协同、业务协同和过程协同子系统中,观察到的有序度相对较低,表明这些领域是项目管理改进的重点区域。

本研究的结论强调了在复杂的医院 EPC 项目中构建高效协同管理系统的重要性。通过识别并优化关键协同指标,项目管理团队可以显著提高项目的整体协同效率,从而更有效地应对项目实施过程中的挑战。未来研究可进一步探讨在不同类型的建设项目中应用和验证所建立的协同度评价模型,以促进建设行业的高质量发展。

参考文献:

[1] 于晓铭. EPC 模式下医院建设项目业主方风险识别与应对[J]. 建设监理,2021(12):75-77.
[2] 谢晓东,葛一键,庞宝群,等. 基于熵权-TOPSIS 的 EPC 项目联合体协同度评价研究[J]. 工程管理学报,2022,36(3):23-28.
[3] 孙亮,周金龙,陈翔,等. 施工方牵头的 EPC 项目一体化协同体系构建[J]. 建筑经济,2022,43(6):34-40.
[4] 刘光忱,朱甜. 基于总承包商视角的装配式建

- 筑供应链协同管理影响因素研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2022, 24(5): 496–502.
- [5] 黄庆辉, 丘涛, 张震, 等. 基于全过程咨询的医院建设项目设计管理协同研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2020, 12(5): 84–89.
- [6] 王二龙, 黄凡, 曾为, 等. 极限工期下医院建设项目总承包商高效协同管理研究[J]. 项目管理技术, 2022, 20(9): 77–81.
- [7] 陈为公, 程准, 张悦, 等. EPC 模式下既有建筑节能改造项目风险初步分担研究[J]. 资源开发与市场, 2021, 37(10): 1166–1173.
- [8] 李辉山, 张雷, 牛昌林, 等. 基于多级可拓的工程项目群管理协同效果评价[J]. 工程管理学报, 2018, 32(5): 75–80.
- [9] 徐海明. 基于 EPC 总承包模式的工程项目管理协同度评价研究[J]. 住宅与房地产, 2022(5): 98–102.
- [10] ZHU J W, GAO H, WANG J R. Analysis of synergy degree and its influencing factors in hydropower EPC project management [J]. Frontiers of engineering management, 2021, 8(3): 402–411.
- [11] 杜玲玲. 基于 EPC 总承包模式的工程项目管理协同度评价研究[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2021.
- [12] 马雪梅, 李诗岩. 基于 AHP–AIP 法的公园活动空间心理安全感知评价指标体系研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版), 2022, 24(1): 28–34.
- [13] 赵晓姣, 屈展, 赵慧博, 等. 基于可拓理论和改进 AHP 的桥式起重机安全评价[J]. 西安石油大学学报(自然科学版), 2017, 32(4): 109–115.
- [14] 陈庆发, 黄昊. 基于协同学的协同开采科学内涵诠释[J]. 金属矿山, 2022(5): 37–44.

Evaluation Study on Synergy Degree of Hospital EPC Project Management

ZHU Xuexin^{1,2}, CHEN Hao¹, SHAN Fajia¹

(1. School of Management Engineering, Qingdao University of Technology, Qingdao 266520, China; 2. University Research Center for Smart City Construction and Management of Shandong Province, Qingdao 266520, China)

Abstract: In order to improve the efficiency of hospital EPC project management, firstly, according to Hall's three-dimensional structure model and combined with characteristics of hospital EPC project, a hospital EPC project management collaboration system model covering six subsystems of business, organization, process, information, system and resources is constructed. On this basis, the evaluation index system of hospital EPC management collaboration is established. Then, the improved analytic hierarchy process is used to determine the index weight, and the order parameter efficiency function method is used to quantify the project synergy degree, so as to construct the evaluation model of hospital EPC project management synergy degree. Finally, taking the EPC project of a hospital in Jinan as an example, the management synergy degree, the order degree of each subsystem and the sensitivity degree of each order parameter index of each stage in the project are analyzed. The results show that the management synergy degree in the design stage and procurement stage of the project is at a low level of synergy, and the construction stage is at a low level of non-synergy; in each subsystem, the order degree of system coordination, business coordination and process coordination is low, and the identified high sensitivity indicators should be improved.

Key words: hospital project; EPC mode; Hall's three-dimensional structure; project management; synergy degree

(责任编辑:徐聿聪 英文审校:林 昊)