

基于改进的 WBS—RBS 与 FHAP 方法的煤炭企业管理信息化项目建设关键风险识别^{*}

陈红军^{1,2} 刘 波¹ 任 鑫¹

(1. 中国矿业大学(北京), 北京市海淀区, 100083;

2. 中国诚通控股集团有限公司, 北京市丰台区, 100070)

摘 要 煤炭企业管理信息化项目建设涉及范围广, 风险因素比较多, 结合煤炭企业管理信息化项目建设特点, 对传统的 WBS—RBS 方法进行改进, 构建 WBS—RBS 与管理相关方组合矩阵, 可以系统识别企业管理信息化项目建设过程中的风险因素及管理相关方, 在此基础上进一步构建煤炭企业管理信息化项目建设关键风险识别模型, 通过 FHAP 方法对煤炭企业管理信息化项目建设关键风险进行识别, 并确定其在煤炭管理信息化项目建设阶段的权重分布情况及管理相关方, 从而提升管理信息化项目建设风险管理的针对性和有效性。

关键词 煤炭企业 管理信息化 风险识别 WBS—RBS FHAP

中图分类号 C931.6 文献标识码 A

Key risks identification of management informatization projects construction for coal enterprises based on improved WBS—RBS and FHAP method

Chen Hongjun^{1,2}, Liu Bo¹, Ren Xin¹

(1. China University of Mining and Technology, Beijing, Haidian, Beijing 100083, China;

2. China Chengtong Holdings Group Ltd. Fengtai, Beijing 100070, China)

Abstract The construction of management informatization projects for coal enterprises involves a wide range of risk factors. Taken this feature into consideration, this paper improves the conventional WBS-RBS approach to build a portfolio matrix which combined WBS-RBS with relevant management. It can identify risk factors and the relevant management systematically during the construction of management informatization projects. Based on this, a key risks identification model is built for coal enterprises. Then, identify the key risks with the FHAP method as well as determine the weight distribution and relevant management during the construction stage of coal management informatization projects in order to enhance the pertinence and validity of risk management for management informatization projects construction.

Key words coal enterprises, management informatization, risk identification, WBS-RBS, FHAP

1 引言

当前, 由于环境约束强化、市场需求增速放缓、产能过剩等多种因素, 我国煤炭行业进入了深度结构调整攻坚期。我国煤炭企业多是从传统经济

体制下转型而来, 原有管理模式比较粗放, 推进企业转型升级的关键是加强管理、苦练内功, 以达到降本增效、增强市场竞争力的目的。在信息化环境下, 对信息资源的利用能力已成为企业核心竞争要素之一, 对很多煤炭企业来讲, 通过推进管理信息化建设, 可以有效规范业务流程, 提高业务运作效率, 管控经营管理风险, 提升经营管理科学化水

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金(41472259), 北京市自然科学基金(4133085)

平, 为企业解决管理难题提供强有力的支撑手段。由于井下作业具有安全生产要求高的特点, 近年来, 煤炭企业信息化建设主要集中于安全生产过程的信息化, 企业管理信息化水平仍处于初级阶段, 成为煤炭企业管理现代化的重要阻滞因素, 加强企业管理信息化建设具有较强的现实性和迫切性。与安全生产信息化相比, 煤炭企业管理信息化项目因牵涉到企业管理变革、流程优化等较多不确定因素, 因此, 项目建设存在较大风险, 失败率较高。以 ERP 为例, 相关资料显示, 在实施 ERP 系统的煤炭企业中, 一般只有 10%~20% 能够按期、按预算实现系统集成, 一般只有 30%~40% 的企业只实现部分功能, 约 50% 的项目彻底失败。因此, 煤炭企业管理信息化项目建设必须要把风险管理放在突出位置。项目风险识别是指对项目实施过程中所有潜在的或明显的、客观的、尚未发生的风险进行鉴别并记录的过程, 风险识别是风险管理的基础。近年来, 相关学者对煤炭企业管理信息化建设风险识别进行了研究, 侯玲梅从选择软件及软件服务提供商、实施计划、实施成本及运行质量方面分析煤炭企业管理信息化风险。王金凤等指出决策层对信息化的认识不足、缺乏复合性人才等煤炭企业管理信息化风险因素。其他学者, 如张梅、王献玲、董晓波等从管理信息化误区、信息化建设阶段、实证研究等不同角度研究煤炭企业管理信息化

建设风险问题。目前多数文献是采用德尔菲法、头脑风暴等定性的方法对煤炭企业信息化项目建设风险进行了识别, 并对主要风险进行了叙述性和列表式描述, 相关研究存在分析不够系统、与信息化项目建设阶段结合不紧密、在实践中实用性不强等问题。本文对 WBS-RBS 方法适度改进, 将 WBS-RBS 耦合矩阵与管理方任务结构结合, 在对煤炭企业管理信息化项目建设风险因素进行系统识别的同时, 清晰展现了项目建设不同阶段的风险及相应的风险管理方。在此基础上, 使用模糊层次分析法 (FHAP) 对已识别的风险因子进行权重排序, 识别出关键风险及其在项目建设不同阶段的分布权重, 最终达到有效预防风险的作用。

2 基于改进的 WBS-RBS 的煤炭企业管理信息化项目建设风险识别

2.1 构建煤炭企业管理信息化项目建设 WBS 结构

WBS (Work Breakdown Structure, 工作分解结构) 是工程项目管理一种重要的工具, 煤炭企业管理信息化项目建设 WBS 结构可按照项目实施先后顺序划分为项目启动、需求调研、方案设计、系统配置开发、用户培训和上线验收 6 个阶段, 如图 1 所示。

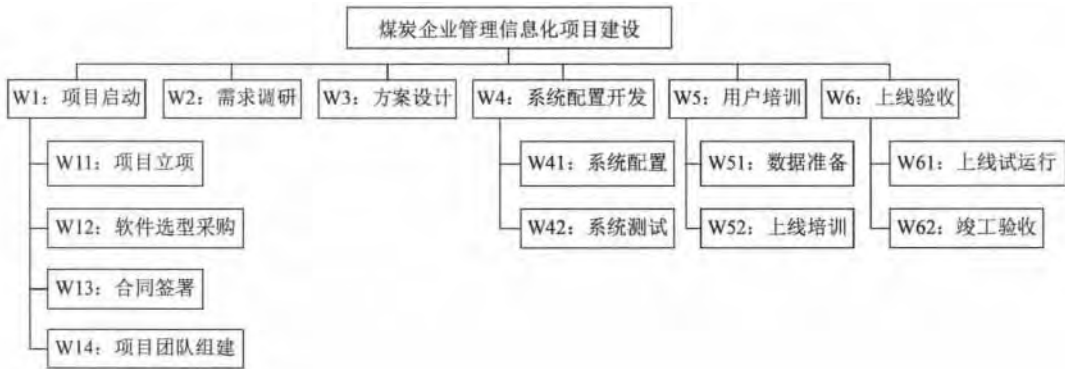


图 1 煤炭企业管理信息化项目建设工作结构分解图 (WBS)

(1) 项目启动。对拟建的管理信息化项目进行可行性研究, 履行内部立项审批程序, 并编制相应资金预算; 对市场上主流的软件进行考察, 结合煤炭企业实际需求, 完成软件选型及相应招标采购工作, 签订商务合同; 组建项目管理团队, 发布项目章程, 制定详细的项目实施计划。

(2) 需求调研。需求调研是信息系统实施的逻辑

起点, 煤炭企业管理信息化项目需求调研要对企业的业务现状和需求情况进行详细了解, 同时也要了解煤炭企业未来战略发展对业务信息系统的要求, 相关流程包括制定调研模板、收集相关基础数据、组织现场调研、编制详细需求调研报告。

(3) 方案设计。根据煤炭企业实际情况, 结合行业最佳实践, 软件实施商完成系统详细方案设计

并提出硬件配置建议，经审查后予以实施。

(4) 系统配置开发。软件实施商完成系统客户化配置开发，进行系统测试，确保系统配置开发工作质量，在此基础上还要组织软、硬件集成联调测试，保证系统能够稳定运行。

(5) 用户培训。整理相关业务基础数据，编制数据规范标准，制定历史数据迁移计划，完成现时上线数据准备；制定相应培训计划，组织对最终用户进行培训，完成系统使用知识转移。

(6) 上线验收。系统上线试运行，软件实施商要提供持续服务支持，建设单位要组织项目总结，进行竣工验收后，正式切换上线。

2.2 构建煤炭企业管理信息化项目建设 RBS 结构

RBS (Risk Breakdown Structure, 风险分解结构) 是按照风险类别和子类别来递阶排列的树形结构，用来识别具体风险因子及所属领域。煤炭企业多由传统体制转型而来，管理模式比较粗放，基础管理比较薄弱，企业管理信息化项目建设风险识别要根据自身实际，并充分借鉴其他类型企业相关研究成果，具体分析可结合文献研究、行业专家访谈进行综合分析，目前煤炭企业管理信息化项目建设普遍存在的风险有企业组织管理风险、系统软件风险、项目团队组织风险和用户风险，如图 2 所示。

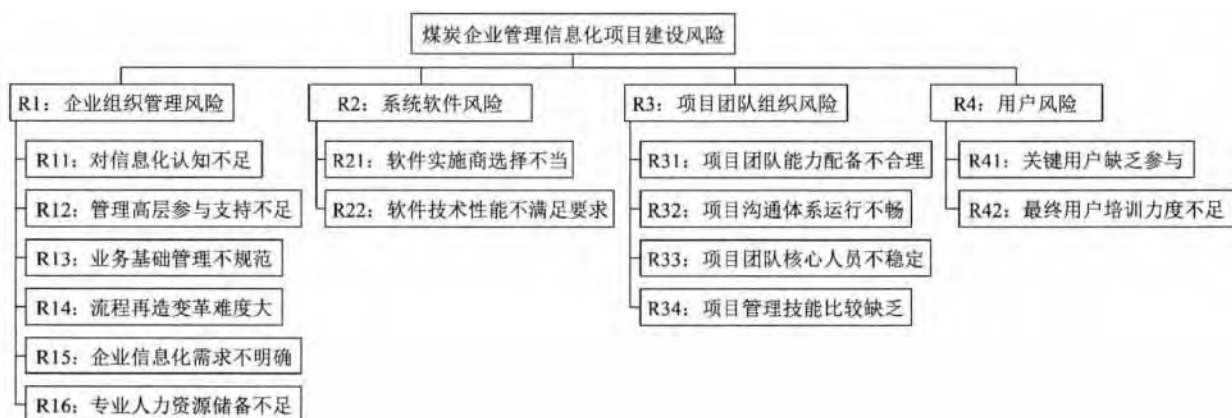


图 2 煤炭企业管理信息化项目建设风险结构分解图 (RBS)

(1) 企业组织管理风险。管理信息化实施一般都会涉及到企业组织机构职能调整、流程再造及优化相关内容，对企业现有相关利益格局进行局部调整。管理信息化实施需要企业上下相关人员对信息化的作用和意义有充分的认识，对信息化需求有清晰的界定，需要企业管理高层积极参与并支持。管理信息化实施的目的主要是提升和解决企业管理和业务面临的问题，企业基础管理薄弱、流程再造难度大都会导致相应的风险，需要企业储备一定数量的信息化方面的专业人才。

(2) 系统软件风险。目前企业信息化建设一般都是选择外部市场软件实施商，采购市场上主流的信息软件，结合企业实际情况进行定制化配置与开发，因此软件实施商的实力和稳定性对于信息化项目实施及后期运维有着重要意义。另外，所采用软件的技术成熟度、架构先进程度、安全性等内容对于最终实施效果及未来拓展空间均有较大影响，相关内容是信息软件选型工作的重要内容。

(3) 项目团队组织风险。管理信息化的顺利实

施需要良好的项目实施团队作为保障，由于管理信息化实施涉及面较广，因此项目实施团队的成员需要有信息技术、业务咨询、流程管理等相应的专业人员组成；拥有良好的项目成本、质量、进度等项目管理技能，以保证项目实施团队能力配备的均衡；项目团队的主要人员要在实施期间保持稳定，核心成员的流失将导致项目推进出现不可预测的风险；管理信息化项目实施周期长，涉及部门及相关人员较多，需要构建一个良好的项目沟通体系，以保证项目推进能够有效进行。

(4) 用户风险。关键用户的参与对于管理信息化实施非常重要，需求调研、方案设计、最终用户培训都离不开企业关键用户的充分参与和支持。管理信息化项目建设有“三分实施、七分使用”的说法，企业关键用户及最终用户通过培训熟练掌握软件使用技能和安全运维等相关知识，对于企业管理信息化项目最终实施效果和持续深化应用发挥着至关重要的作用。

2.3 构建管理相关方的工作任务

在一个管理机制中，责任交叉、边界模糊往往是形成管理矛盾、影响执行效率的客观原因。煤炭管理信息化项目建设一般牵涉到企业信息化需求部门、管理部门、软件供应（实施）商等多个管理相

关方，各方在项目实施参与阶段及程度有所不同，所以结合项目工作分解结构（WBS）可以较为方便地确定项目建设各阶段的管理相关方，并明确相应工作任务，如表 1 所示。

表 1 煤炭管理信息化项目建设管理相关方的工作任务

| 管理相关方 | 参与阶段 | 工作任务 | | | | | |
|-------------------------------|---|---------------|------------|-----------|-----------|------------|---------------|
| | | 需求管理 | 进度控制 | 成本控制 | 质量控制 | 安全 | 组织协调 |
| 企业信息化需求部门（m ₁ ） | W ₁ （W ₁₁ ～W ₁₄ ）、W ₂ 、W ₃ 、W ₄ （W ₄₂ ）、W ₅ （W ₅₁ 、W ₅₂ ）、W ₆ （W ₆₁ 、W ₆₂ ） | 业务需求提出 | 与需求有关的进度管理 | 控制合理的需求 | 进行阶段性验收确认 | 系统安全权限管理 | 与需求有关的组织协调 |
| 企业信息化管理部门（m ₂ ） | W ₁ （W ₁₁ ～W ₁₄ ）、W ₂ 、W ₃ 、W ₄ （W ₄₁ 、W ₄₂ ）、W ₅ （W ₅₁ 、W ₅₂ ）、W ₆ （W ₆₁ 、W ₆₂ ） | 信息技术、集成方面需求提出 | 整体进度管理 | 项目整体成本控制 | 组织阶段性验收确认 | 系统安全运维管理 | 组织与管理其他相关方的协调 |
| 信息化软件供应（实施）商（m ₃ ） | W ₁ （W ₁₄ ）、W ₂ 、W ₃ 、W ₄ （W ₄₁ 、W ₄₂ ）、W ₅ （W ₅₁ 、W ₅₂ ）、W ₆ （W ₆₁ 、W ₆₂ ） | 业务相关需求的系统实现 | 系统实施方进度控制 | 系统实施方成本控制 | 系统实施方质量控制 | 系统安全相关参数配置 | 与建设方有关的组织协调 |
| 信息化硬件供应商（m ₄ ） | W ₄ （W ₄₂ ） | 根据需求匹配相应硬件 | 供货方进度控制 | 供货方成本控制 | 硬件质保服务 | 网络安全设备提供 | 与硬件供应方有关的组织协调 |

2.4 构建 WBS—RBS 与管理相关方组合矩阵

以 WBS 分解结构最底层作业活动为矩阵纵向，RBS 风险结构最底层的风险因子为矩阵横向，两者交叉构建 WBS—RBS 矩阵，逐项对每项活动进行风险识别，存在则标志“1”，不存在或影响极小可忽略不计则标志“0”。在风险识别的同时，结合管理相关方工作任务结构明确相应的风险管理相关方，这样就可以对项目建设周期的风险分布情况及管理相关方的情况一目了然，相关组合矩阵如表 2 所示。

3 基于 FHAP 的煤炭企业管理信息化建设关键风险识别模型构建

煤炭企业管理信息化项目建设涉及的风险因素比较多，但并不是所有的风险因素对信息化项目最终效果都有同等作用，风险因素识别的关键是要从众多风险因素中找出关键风险因素，并明确其在项目建设过程中发生的阶段及管理相关方，从而能够让项目建设风险管控更有针对性。基于以上考虑，本文在煤炭企业管理信息化项目建设 WBS—RBS 耦合矩阵的基础上，构建基于模糊层次分析法基于改进的 WBS—RBS 与 FHAP 方法的煤炭企业管理信息化项目建设关键风险识别*

（FHAP）的煤炭企业管理信息化项目建设关键风险因素分析模型，并联系实例进行分析，以验证分析模型的有效性。

3.1 构建煤炭企业管理信息化项目建设风险因素递进层次结构

由于 WBS—RBS 方法符合 FHAP 层次分解原理，所以可以基于煤炭企业管理信息化项目建设 WBS—RBS 耦合矩阵构建关键风险因素递进层次结构，如图 3 所示。

第一层为目标层 A，即煤炭企业管理信息化项目建设风险。

第二层为准则层 B（一级指标），包括煤炭企业管理信息化项目建设 RBS 包含的企业组织管理风险（R₁）、系统软件风险（R₂）、项目团队组织风险（R₃）和用户风险（R₄）4 个一类风险因素，即 $R_i(i = 1, 2, \dots, 4)$ 。

第三层为子准则层 C（二级指标），包括企业信息化项目建设 RBS 包含的对信息化认知不足（R₁₁）、管理高层参与支持不足（R₁₂）、业务基础管理不规范（R₁₃）等 14 个二类风险因素，即 $R_{ij}(i = 1, 2, \dots, 4; j \leq 6)$ 。

第四层为指标层 D（三级指标），为企业信息化项目建设二类风险因素 $R_{ij} (i = 1, 2, \dots, 4; j \leq 6)$ 对应的项目建设阶段，用来说明 C 层风险指标在信息化项目建设阶段的分布情况，是基于 WBS—RBS 矩阵中风险指标与项目建设阶段的耦合关系构建的。如 C 层风险因素 R_{11} （对信息化认识不足）根据 WBS—RBS 耦合矩阵，主要发生于 W_{11} （项目立项阶段）、 W_{12} （软件选型阶段）、 W_{14} （项

目团队组建）、 W_2 （需求调研）和 W_3 （上线培训）阶段。

3.2 构建 B、C 层模糊判断矩阵

选取 k 位专家并赋予一定权重，记作 $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k\}$ ，且 $\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_k = 1$ ，相关专家根据经验，按照 0.1~0.9 标度法，如表 3 所示，以上一层元素为准则，分别对 B、C 层元素之间进行两两比较，构建相应判断矩阵。

表 2 煤炭企业管理信息化项目建设 WBS—RBS 与管理相关方组合矩阵

| | | R_1 | | | | | |
|-------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | R_{11} | R_{12} | R_{13} | R_{14} | R_{15} | R_{16} |
| W_1 | W_{11} | 1: m_1 、 m_2 | 1: m_1 、 m_2 | 0 | 0 | 1: m_1 、 m_2 | 1: m_1 、 m_2 |
| | W_{12} | 1: m_1 、 m_2 | 0 | 0 | 0 | 1: m_1 、 m_2 | 1: m_1 、 m_2 |
| | W_{13} | 0 | 0 | 0 | 0 | 1: m_1 、 m_2 | 1: m_1 、 m_2 |
| | W_{14} | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 0 | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ |
| W_2 | | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| W_3 | | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| W_4 | W_{41} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | W_{42} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| W_5 | W_{51} | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_4$ |
| | W_{52} | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ |
| W_6 | W_{61} | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ |
| | W_{62} | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |

| R_2 | | R_3 | | | | R_4 | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| R_{21} | R_{22} | R_{31} | R_{32} | R_{33} | R_{34} | R_{41} | R_{42} |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| 0 | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| 0 | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 0 | 0 |
| 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_4$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ |
| 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1: $m_1 \sim m_3$ | 0 | 0 | 0 | 0 |

表 3 0.1~0.9 标度法

| 标度 | 比较 | 定义 |
|--------------------|------|---|
| 0.5 | 同等重要 | 表示两个元素相比，具有相同重要性 |
| 0.6 | 稍微重要 | 表示两个因素相比，前者比后者稍重要 |
| 0.7 | 明显重要 | 表示两个因素相比，前者比后者明显重要 |
| 0.8 | 强烈重要 | 表示两个因素相比，前者比后者强烈重要 |
| 0.9 | 极端重要 | 表示两个因素相比，前者比后者极端重要 |
| 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 | 反比较 | 表示若元素 a_i 与元素 a_j 相比较得到判断 f_{ij} ，则元素 a_j 与元素 a_i 相比较得到的判断为 $r_{ji} = 1 - f_{ij}$ |

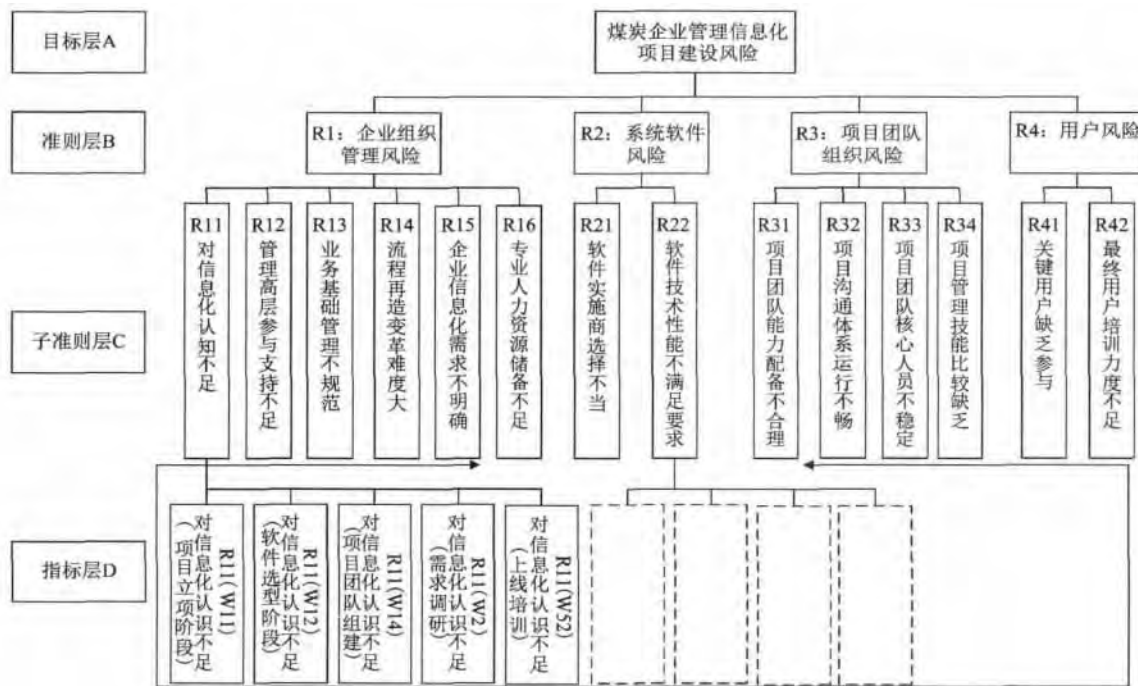


图3 煤炭企业信息化建设风险因素递进层次结构模型

3.3 计算B层次元素权重排序向量

设 k 位专家分别给出 B 层次各元素判断矩阵 B_j (j 表示专家序号, $j = 1, 2, \dots, k$), 对 B_j 进行合成, 构建判断矩阵 $B = \frac{(\lambda_1 B_1 + \lambda_2 B_2 + \dots + \lambda_k B_k)}{k}$ 。对 B 进行模糊一致性检验, 即对矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 有 $b_{ij} = b_{jk} - b_{jk} + 0.5, \forall i, j, k \in N$, 则称 B 为模糊一致性矩阵。如果检验不通过, 先将模糊判断矩阵 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 转化为模糊一致性矩阵, 由打分原则知 $b_{ij} + b_{ji} = 1$ 。对矩阵 B 的各行分别求和, $r_i = \sum_{k=1}^n b_{ik}, i = 1, 2, \dots, n$, 然后根据公式 $r_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2 \times (n-1)} + 0.5$, 将矩阵 B 变换为模糊一致性矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$, 再利用特征向量法求取权重向量 W_B 。如果检验通过, 利用特征向量法求取权重向量 W_B , 即行和归一化矩阵 B 求得排序向量 $W_B = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$, 其中, $w_i = \frac{1}{n(n-1)} \times \left(\sum_{i=1}^n r_{ij} - 1 + \frac{n}{2} \right), i = 1, 2, \dots, n; w_{ij} = \frac{w_i}{w_i + w_j}, i, j = 1, 2, \dots, n$, 则矩阵 $w^* = (w_{ij})_{n \times n}$ 为原始判断矩阵 B 的特征矩阵。

基于改进的 WBS-RBS 与 FHAP 方法的煤炭企业管理信息化项目建设关键风险识别*

3.4 计算C层次元素排序权重向量

设 k 位专家以 B 准则层元素 $R_i (i = 1, 2, \dots, 4)$ 分别给出 C 层次各元素的判断矩阵 C_{ij}, i 为对应准则序号, $i = 1, 2, \dots, 4; j$ 为专家序号, $j = 1, 2, 3, \dots, k$, 同样按照 3.3 步骤, 对各专家给出的 C_{ij} 判断矩阵进行合成, 构建模糊判断矩阵 $C_i (i$ 为对应准则序号), 并进行模糊一致性判断, 求取 C 层次各元素的单排序向量 $w_{ci} (i = 1, 2, \dots, 4)$ 。

3.5 计算A、B、C层次元素总排序, 识别关键风险因素

按照层次分析法 (AHP) 权重合成办法, 求取 C 层风险因素相对于 A 层的权重总排序向量, 据此识别 C 层中的关键风险因素。

3.6 获取C层关键风险因素对应D层指标, 构建相应判断矩阵, 计算关键风险对应的项目建设相关阶段的分布权重

根据企业信息化项目建设 WBS-RBS 与管理相关方组合矩阵, 对 C 层关键风险因素在项目建设阶段中的分布情况进行识别, 将关键风险对应的项目建设阶段作为 D 层指标。选取 k 位专家, 并依照 3.2 的步骤, 对关键风险对应的项目建设阶段重要性进行判断, 形成判断矩阵 $D_j (j$ 表示专家序号, $j = 1, 2, 3, \dots, k)$, 按照 3.3 的步骤进行合

成并进行相应计算，获取 C 层关键风险因素在信息化项目建设相应阶段的排序权重，并明确相应的管理相关方。

4 实例分析

为验证企业信息化建设关键风险识别模型的可行性和有效性，结合某中央企业信息化项目建设实际情况，选取两位专家，赋予相应权重集为 $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2\} = \{0.5, 0.5\}$ ，对企业信息化项目建设关键风险因素分析模型进行验证。

4.1 计算 B 层元素权重

由两位专家按照表 3 标注的标度，对 B 层元素 $R_1 \sim R_4$ 风险因素进行两两比较，构造模糊判断矩阵：

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.5 & 0.8 \\ 0.3 & 0.5 & 0.3 & 0.7 \\ 0.5 & 0.7 & 0.5 & 0.8 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.5 \end{bmatrix}$$
$$B_2 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.8 & 0.6 & 0.8 \\ 0.2 & 0.5 & 0.3 & 0.8 \\ 0.4 & 0.7 & 0.5 & 0.9 \\ 0.2 & 0.2 & 0.1 & 0.5 \end{bmatrix}$$

因为选取的两位专家的权重相等，则 $B = (B_1 + B_2)/2$ ， $B = (b_{ij})_{n \times n}$ 为模糊判断矩阵，满足 $b_{ij} + b_{ji} = 1$ ，对 B 进行模糊一致性检验，可知该矩阵不满足模糊一致性，则对矩阵 B 的各行分别求和，

$r_i = \sum_{k=1}^n b_{ik}, i = 1, 2, \dots, n$ ，根据公式 $r_{ij} =$

$\frac{r_i - r_j}{2 \times (n - 1)} + 0.5$ ，将矩阵 B 变换为模糊一致性矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$ 。行和归一化矩阵 R 求得排序向量 $W_B = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$ ，其中， $w_i = \frac{1}{n(n-1)} \times \left(\sum_{j=1}^n r_{ij} - 1 + \frac{n}{2} \right), i = 1, 2, \dots, n$ ； $w_{ij} = \frac{w_i}{w_i + w_j}, i, j = 1, 2, \dots, n$ ，则矩阵 $w^* = (w_{ij})_{n \times n}$ 为原始判断矩阵 B 的特征矩阵。通过 MATLAB 编程计算结果如下：

$W_B = (0.2833 \quad 0.2389 \quad 0.2778 \quad 0.2000)$

4.2 计算 C 层元素权重

由选取的两位专家按照表 3 标注的标度，以 B 准则层元素 $R_i (i = 1, 2, \dots, 4)$ 为准则，分别给出 C 层各元素的模糊判断矩阵 C_i ，具体运算经过同 B 层元素权重计算过程，获取 C 层次各元素在 B 层 R_i 准则下单排序向量 $w_{c_i} (i = 1, 2, \dots, 4)$ 。

$w_{c_1} = (0.1547 \quad 0.1947 \quad 0.1477 \quad 0.1727 \quad 0.1857 \quad 0.1447)$

$w_{c_2} = (0.375 \quad 0.625)$

$w_{c_3} = (0.2861 \quad 0.2306 \quad 0.2639 \quad 0.2194)$

$w_{c_4} = (0.625 \quad 0.375)$

4.3 计算 A~C 层次元素权重总排序，识别关键风险因素

根据 B、C 层次元素排序权重结果，C 层元素单层排序权重与对应的 B 层元素的权重相乘，即可得到 A~C 层次元素总排序，如表 4 所示。

表 4 煤炭企业管理信息化项目建设阶段风险因素 A~C 层总排序

| 目标层 A | 准则层 B | 子准则层 C | 权重 | 层次总排序 |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|--------|--------|
| 煤炭企业管理信息化项目建设风险 | R ₁ ：企业组织管理风险 (0.2833) | R ₁₁ ：对信息化认知不足 | 0.1547 | 0.0438 |
| | | R ₁₂ ：管理高层参与支持不足 | 0.1947 | 0.0552 |
| | | R ₁₃ ：业务基础管理不规范 | 0.1477 | 0.0418 |
| | | R ₁₄ ：流程再造变革难度大 | 0.1727 | 0.0489 |
| | | R ₁₅ ：企业信息化需求不明确 | 0.1857 | 0.0526 |
| | | R ₁₆ ：专业人力资源储备不足 | 0.1447 | 0.0410 |
| | R ₂ ：系统软件风险 (0.2389) | R ₂₁ ：软件实施商选择不当 | 0.3750 | 0.0896 |
| | | R ₂₂ ：软件技术性能不满足要求 | 0.6250 | 0.1493 |
| | R ₃ ：项目团队组织风险 (0.2778) | R ₃₁ ：项目团队能力配备不合理 | 0.2861 | 0.0795 |
| | | R ₃₂ ：项目沟通体系运行不畅 | 0.2306 | 0.0641 |
| | | R ₃₃ ：项目团队核心人员不稳定 | 0.2639 | 0.0733 |
| | | R ₃₄ ：项目管理技能比较缺乏 | 0.2194 | 0.0609 |
| | R ₄ ：用户风险 (0.2000) | R ₄₁ ：关键用户缺乏参与 | 0.625 | 0.1250 |
| | | R ₄₂ ：最终用户培训力度不足 | 0.375 | 0.0750 |

将C层相关风险因素指标权重从大到小进行排序,取阈值0.1,即软件技术性能不满足要求(R_{21})、关键用户缺乏参与(R_{41})两项层次总排序权重大于阈值,为关键风险因素。

4.4 计算D层次元素权重

参考企业信息化项目建设WBS—RBS与管理相关方组合矩阵,识别关键风险对应的项目建设阶段,并剔除不存在的风险分布阶段,从而获取D层指标,关键风险 R_{22} 对应的项目建设阶段为:软件选型采购(W_{12})、合同签署(W_{13})、系统配置开发(W_{41})、系统测试(W_{42})、上线培训(W_{52})、上线试运行(W_{61});关键风险 R_{41} 对应的项目建设阶段为:项目团队组建(W_{14})、需求调研(W_{21})、方案设计(W_{31})、系统测试(W_{42})、数据准备(W_{51})、上线培训(W_{52})、上线试运行(W_{61})。同上类似,选取两位专家分别对软件技术性能不满足要求(R_{21})、关键用户缺乏参与(R_{41})的项目阶段进行两两比较,构建模糊判断矩阵,并计算得到权重排序:

$$w_{R_{22}} = (0.1437 \quad 0.2437 \quad 0.2407 \quad 0.1087 \\ 0.1627 \quad 0.0907)$$

$$w_{R_{41}} = (0.1411 \quad 0.1022 \quad 0.1040 \quad 0.1374 \\ 0.1436 \quad 0.0997 \quad 0.0938 \quad 0.0920)$$

从计算结果可知关键风险因素 R_{22} 、 R_{41} 在项目建设阶段权重分布情况,相关结果与项目建设实际情况基本一致,企业可根据关键风险因素在项目阶段权重排序情况,并明确相应阶段管理相关方职责,调配相关资源。

5 结语

(1) 煤炭企业管理信息化项目建设是一个复杂的过程,采取WBS—RBS与管理相关方组合矩阵,可以系统地识别出企业信息化项目建设过程中的风险因素,并明确相应的管理相关方及其工作任务,有助于解决企业信息化建设项目牵涉部门较多、不确定因素多导致风险因素分析不全面,管理部门及工作职责不明确的问题。

(2) 为突出重点管理原则,本文又进一步基于WBS—RBS与管理相关方组合矩阵、模糊层次分析法(FHAP)构建企业信息化项目建设关键风险因素分析模型,通过模型计算,可以明确项目风险因素权重排序,识别出关键风险因素,并明确其在企业信息化项目建设阶段中分布权重情况及相应的基于改进的WBS—RBS与FHAP方法的煤炭企业管理信息化项目建设关键风险识别*

管理相关方,从而提升风险管控的针对性和有效性。

(3) 研究成果对于煤炭企业管理信息化项目建设风险管理有较强的指导意义,有利于企业管理信息化项目实施水平提高,提升企业管理信息化项目实施成功率。

参考文献:

- [1] 卢爱红. 煤炭企业集团信息化管控模式研究 [J]. 中国煤炭, 2012 (1)
- [2] 李光荣. 国有煤炭企业全面风险演化机理及管控体系研究 [D]. 中国矿业大学 (北京), 2014
- [3] 孙继平. 煤矿自动化与信息化技术回顾与展望 [J]. 工矿自动化, 2010 (6)
- [4] 赵清泉. 信息化建设在煤炭行业的发展 [J]. 煤炭技术, 2013 (1)
- [5] 张梅. 信息化帮助煤矿企业管理改革 [J]. 中国煤炭, 2004 (5)
- [6] 常金明. 煤炭企业信息化研究综述 [J]. 辽宁工程技术大学学报 (自然科学版), 2013 (11)
- [7] 董晓波, 张同建, 谭章禄. 我国煤炭企业ERP实施成功因素实证研究 [J]. 矿业研究与开发, 2010 (12)
- [8] 侯玲梅. 浅析煤炭企业管理信息化的风险与控制 [J]. 经济师, 2010 (10)
- [9] 王金凤, 张胜有, 冯立杰. 煤炭生产企业实施信息化的障碍及对策研究 [J]. 煤炭工程, 2009 (1)
- [10] 王献玲. 煤炭企业管理信息化的问题探讨 [J]. 商场现代化, 2010 (11)
- [11] D. Aloini et al. Risk management in ERP project introduction: Review of the literature [J]. Information & Management, 2007 (44)
- [12] 刘汕, 张金隆, 陈涛等. 企业IT项目风险评估与规避策略研究 [J]. 管理学报, 2008 (7)
- [13] 张吉军. 模糊层次分析法(FHAP) [J]. 模糊系统与数学, 2000 (2)
- [14] 洪微, 蒋根谋. WBS—RBS与改进的FAHP法在代建制企业风险评估中应用 [J]. 工程管理学报, 2011 (2)
- [15] 张燕姑. 基于模糊一致矩阵的研究 [J]. 计算机工程与设计, 2005 (6)

作者简介: 陈红军 (1974—), 男, 江苏盐城人, 项目经理, 工程师, 博士研究生。研究方向为: 工程管理信息化, 企业信息化。

(责任编辑 宋潇潇)