

文章编号:1007-2284(2021)05-0170-06

# 基于 AISM 的水利工程项目治理影响因素研究

贾立敏<sup>1</sup>,赵贤晨<sup>1</sup>,张兆方<sup>2</sup>

(1.三峡大学经济与管理学院,湖北宜昌 443000;2.农业农村部国际交流服务中心,北京 100125)

**摘要:**水利工程项目治理涉及利益相关者众多,协调难度大。为系统分析水利工程项目治理影响因素间关系,在水利工程项目治理影响因素系统梳理的基础上,筛选出 17 项主要因素,然后基于扩充算法的对抗解释结构模型(AISM)进行建模,通过一组有博弈关系的有向拓扑层级图对影响水利工程项目治理的相关因素进行分析,得出因素层级和相互关系。结果表明业主主导能力、市场环境、准入机制、监管体系为根源层影响因素,选择机制、声誉、信任程度、执行力、信息共享、风险分担、激励、报酬、项目控制权分配为中间层影响因素,目标决策积极性、项目目标一致性、项目与需求匹配程度、沟通协调程度为浅表层影响因素。针对因素层级和层级间关系,提出治理优化提升建议,为项目治理的实践提供参考。

**关键词:**水利工程;项目治理;AISM;有向拓扑

**中图分类号:**TV512;F282 **文献标识码:**A

贾立敏,赵贤晨,张兆方.基于 AISM 的水利工程项目治理影响因素研究[J].中国农村水利水电,2021(5):170-175,187.

JIA L M, ZHAO X C, ZHANG Z F. Research on the influencing factors of water conservancy project governance based on AISM[J]. China Rural Water and Hydropower, 2021(5):170-175, 187.

## Research on the Influencing Factors of Water Conservancy Project Governance Based on AISM

JIA Li-min<sup>1</sup>, ZHAO Xian-chen<sup>1</sup>, ZHANG Zhao-fang<sup>2</sup>

(1.College of Economics and Management, Three Gorges University, Yichang 443000, Hubei Province, China;

2.Center of International Cooperation Service, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100125, China)

**Abstract:** Water conservancy project governance involves many stakeholders, and it is difficult to coordinate. In order to systematically analyze the relationship between the influencing factors of water conservancy project governance, 17 main factors are selected based on the systematic analysis of the influencing factors of water conservancy project governance. Then, the Adversarial Interpretive Structure Modeling Method (AISM), based on the extended algorithm, is used for modelling. And a set of directed topological hierarchy diagrams with game relations are used to analyze the relevant factors affecting the governance of water conservancy projects, and the factor hierarchy and correlation are obtained. In view of the level of factors and the relationship between levels, this paper puts forward suggestions on governance optimization and improvement, providing reference for the practice of project governance.

**Key words:** water conservancy; project governance; AISM; vector topology

收稿日期:2020-07-20

**基金项目:**国家自然科学基金项目(718740101);国家社会科学基金项目(17BGL156);水电工程施工与管理湖北省重点实验室(三峡大学)开放基金项目(2014KSD09)。

**作者简介:**贾立敏(1962-),男,教授,主要从事水利工程项目管理方面的研究。E-mail:cicee@qq.com。

**通讯作者:**赵贤晨(1995-),男,硕士研究生,主要从事工程项目管理方面的研究。E-mail:466189293@qq.com。

## 0 引言

水利工程建设是国民经济发展的重要动力之一,也是民生工程的重要内容之一,对于社会的发展具有重要的促进作用。2019年3月8日,水利部印发《2019年水利工程建设工作要点》,指出强化水利工程建设管理、深化管理体制、增强基层管理能力是水利工程建设工作的重中之重。水利工程建设规模大、工序复杂、工期长,且由于水利项目需要承担防洪、抗旱、发

电、航运等经济与社会职能,涉及项目参与方、建筑人员种类以及利益相关者众多,协调难度大<sup>[1]</sup>。传统以项目经理为核心的经典项目管理理论已经无法解决水利水电开发项目中的诸多问题。而项目治理在一定程度上可以有效地突破传统项目管理的一些限制,在项目全生命周期的基础上协调各利益相关者之间的权责利关系,对于大型项目具有指导意义。

针对水利工程项目治理问题,已有部分学者展开了研究。陈平等<sup>[2]</sup>研究认为定义关键角色、建立有效结构、利益相关者分析和治理是水电开发项目有效治理的三个主要因素;汪斌等<sup>[3]</sup>通过项目治理分析,建立了一个初步的针对公益性水利工程建设项目的治理框架,包括治理的主体、结构、核心及主要机制,并提出公益性水利工程建设管理体制改革的对策建议。张兆方等<sup>[4]</sup>基于不完全契约理论,探讨政府、代建方和承包方三者间相互关系,认为政府规制强度能够影响水利水电项目的治理结构。

以上学者的成果为水利工程项目治理影响因素研究提供了理论借鉴,但尚未对项目治理这一复杂系统中各个影响因素及因素间关系进行具体研究。由于项目治理涉及范围广,治理过程复杂,受到诸多因素影响,对其影响因素进行研究非常必要。因此,本文通过文献综述、问卷调查以及专家咨询等方式,分解选取水利工程项目治理指标,建立水利工程项目治理评价指标体系,采用解释结构模型(ISM)的扩充算法对抗解释结构模型(AISM)<sup>[5]</sup>识别出项目治理过程中各项因素的层级关系和各项指标相互之间的关系,明确各个因素对项目治理影响的强弱程度,最终得出影响水利工程项目治理的影响因素层级结构和相互关系,使项目管理人员在水利工程项目治理过程中有所侧重,降低项目治理中各个角色承担的风险,提高项目管理水平,改善项目管理绩效,并为项目治理的科学决策提供依据。

## 1 影响因素识别及指标体系构建

为选取水利工程项目治理影响因素,笔者阅读了大量文献,发现学者们已经对项目治理影响因素进行了较为丰富的研究。有学者从项目建设的全生命周期角度进行过程分析,严玲等<sup>[6-8]</sup>基于项目治理的文献回顾和整理,构建了一个研究框架,并提出业主对项目的合理控制权、激励机制和招投标机制是影响项目治理的重要因素。丁荣贵等<sup>[9]</sup>认为项目治理的基本内容包含项目目标与需求的匹配方式、项目目标的实现方式、项目管理过程的监控和绩效管理等方面;何寿奎<sup>[10]</sup>认为公共项目的合作伙伴选择和投资激励契约是影响管理效率的重要因素。

还有部分学者基于项目的契约治理与关系治理对项目治理影响因素进行分析,尹贻林等<sup>[11,12]</sup>基于关系治理视角,研究认为信任、合作能够以关系治理方式影响项目治理绩效;邓娇娇等<sup>[13]</sup>认为建立健全问责机制可以对项目代建人的行为进行矫正,从而提升项目治理绩效;Ralf等<sup>[14]</sup>认为合作机制、合同的柔性程度和利益相关方的满意程度与项目治理呈正相关;杜亚玲等<sup>[15]</sup>通过实证分析得出初始信任、合同柔性和构建整体的风险分担框架有利于改善项目项目管理绩效。张蔚虹等<sup>[16]</sup>研究表明利益相关方满意度在公共项目质量和进度与项目绩效之间具有显著的中介效应;Robert等<sup>[17]</sup>认为项目治理成功的关键控制变量是项目治理结构中利益相关者倾向。

经分析现有文献资料,共整理出47个项目治理影响因素,并通过向水利工程项目治理相关研究学者以及项目建设、施工、监理方企业负责人等将22位专家发放调查问卷,通过合并整理与筛选,将水利工程项目治理指标整合为项目目标、交易机制、关系治理、契约治理4个类别共17个因素,影响因素评价指标体系如表1所示。

表1 水利工程项目治理影响因素评价指标体系

Tab.1 Evaluation index system of influencing factors of water conservancy project governance

指标类别	指标名称	指标内容
项目目标	目标决策积极性 $S_1$	项目决策初期业主对于项目决策、项目计划编制、合同制定方面的积极性。
	项目目标一致性 $S_2$	利益相关者对项目成功标准达成共识。
	目标与需求匹配程度 $S_3$	项目目标与项目使用者的需求达成一致。
	业主主导能力 $S_4$	业主对项目的控制能力及在项目治理决策中的主导地位。
交易机制	市场环境 $S_5$	有序的劳动力市场,承包竞争市场和工程咨询市场。
	准入机制 $S_6$	竞标单位的相关资质,行业内声誉及相关项目负责人的能力、技术人员的素质等。
	选择机制 $S_7$	对于合作单位的选择是否有科学有效的评价标准和评价体系。
	声誉 $S_8$	对于有诚信不良记录、不良信誉的代理人建立筛选和淘汰“数据库”。
关系治理	信任程度 $S_9$	各参建方之间的信任程度,彼此互信共同承担风险。
	执行力 $S_{10}$	对于合同约定内容的执行程度。
	沟通协调程度 $S_{11}$	既定的协调方法和程序完善、有明确等级划分的不同程度冲突解决机制。
	信息共享 $S_{12}$	通畅的信息来源,准确、有效的信息内容。
契约治理	风险分担 $S_{13}$	权责利划分明确,风险处理程序合理合规。
	激励 $S_{14}$	业主设置激励性条款,并通过契约形式进行明确约定。
	报酬 $S_{15}$	项目带来的利益合理分配以及项目可能存在的机会性风险的责任合理分配。
	项目控制权分配 $S_{16}$	项目控制权的明确合理分配,还包括剩余控制权和剩余索取权的合理分配。
	监管体系 $S_{17}$	业主建立完备的监管体系,预防机会主义风险。

## 2 水电项目治理影响因素 AISM 建模

系统解析结构模型(ISM)由美国J. Warfield教授在1973年

提出,主要用于分析复杂系统的构成元素以及它们之间的相互依赖、相互制约关系。其基本原理是把复杂系统的构成元素分

解为若干子元素,经过一系列拓扑运算,以结果为导向求出单个层级图,并将层级图由上至下系排列成一个多级递阶机构,即从因到果的方式求得因果可达序列,以层次化的有向拓扑图表达。而本文的核心方法是在 ISM 结果导向的层级排序规则基础上,引入博弈对抗(Adversarial)思想,加入与 ISM 排列规则对立的以原因为导向的排序规则,从下至上放置要素,即由因果索因的方式求得因果可达序列,从而建立一组与 ISM 排列规则相对立的有向拓扑图,通过该方法可有效判别各个因素影响程

度,从而将其可以划分为根源性因素、中间层影响因素、浅表层影响因素。本文将这种逆向求解排序比较过程称为 AISM(Adversarial Interpretive Structure Modeling Method)。AISM 由于排序规则不同,得到的因素内部关系和有向拓扑层级图可能不一致,通过对两组有向拓扑图的综合比较,对水利工程项目治理影响因素进行综合分析,确定各影响因素间的关联关系和层次结构,确定因素间影响关系。据此构建模型的基本过程如下所示:

$$A \xrightarrow{\text{加入单位矩阵}} D \xrightarrow{\text{布尔矩阵运算}} M \xrightarrow{\text{缩边}} S \xrightarrow{\text{ISM抽取和逆向抽取}} \{UP/DOWN\} \Rightarrow \text{拓扑层级图}$$

A 为表示专家评价结果的邻接矩阵, D 为加入单位矩阵(D=A+I)的相乘矩阵,相乘矩阵通过布尔矩阵运算可得出可达矩阵 M,可达矩阵缩边去掉相同路径后可得出一般性骨架矩阵 S,通过一般性骨架矩阵,可以得出要素层级和要素间关系,从而得出一组对抗性有向拓扑图 UP/DOWN。

### 2.1 建立邻接矩阵

根据表 1 对水利工程项目治理的 17 个影响因素,组建 ISM 评价专家小组,邀请水利工程一线施工组织建设者、施工方、监理方从业者和政府、高校相关专家学者共 104 人,使用德尔菲法进行专家咨询打分,对 17 个因素进行两两比较评价,通过 6 次集中反馈,得出一致结论,确定出水利工程项目治理影响因素之间的内部关系,建立邻接矩阵 A,评价方式如式(1)所示。

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, s_i \text{对} s_j \text{有直接二元关系} \\ 0, s_i \text{对} s_j \text{无直接二元关系} \end{cases} \quad (1)$$

基于此赋值规则,根据专家咨询打分结果,构建邻接矩阵 A 如式(2)所示。

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

### 2.2 建立可达矩阵

可达矩阵表示系统路径中元素之间可以到达的程度,由已知的邻接矩阵 A 加上单位矩阵 I,经过布尔代数运算法则自乘,直到使第 k 次幂后(包括 k 次幂)的所有乘积都相等,则该乘积就是所求可达矩阵,计算方式可表达为:

$$(A + I)^{k-1} \neq (A + I)^k = (A + I)^{k+1} = M \quad (3)$$

由此,得出可达矩阵 M 如式(4)所示。

$$M = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

### 2.3 建立一般性骨架矩阵

由可达矩阵 M 进行缩点即把可达矩阵中的回路当成一个点称之为缩点。缩点后得可达矩阵 M', 然后进行缩边运算,缩边运算其本质是把重复的路径删除,方法为:

$$S' = M' - (M' - 1)^2 - 1 \quad (5)$$

M' 进行缩边得到 S', 即骨架矩阵,把回路要素代入即得一般性骨架矩阵 S, 如式(6)所示。

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

### 2.4 层级抽取

在可达矩阵中,每个变量都有一个可达集 $R(S_i)$ 和先行集 $Q(S_i)$ 以及可达集与先行集的交集 $T(S_i)$ 。可达集与先行集能够展示要素之间的相互关系,但是无法直观展现要素所在层级,因此,还需要通过3个要素集之间的关系进行对抗层级抽取,从而确定要素层级。

UP型拓扑层级抽取规则为当 $T(S_i)=R(S_i)$ 时,将该要素剔除,并置于层级顶层,然后继续在剩余要素中选取符合抽取规

则的要素,逐级抽取;DOWN型拓扑层级抽取规则为当 $T(S_i)=Q(S_i)$ ,将该要素剔除,并置于层级底层,然后继续在剩余要素中选取符合抽取规则的要素,逐级抽取。每次抽取的要素为同一层级,根据抽选次序,可得出要素间层级关系。据此规则,对抗层级抽取过程如表2所示。

根据抽取规则,分别逐级抽取UP型和DOWN型拓扑层级后,可得出对抗层级抽取结果,如表3所示。

表2 对抗层级抽取过程

Tab.2 Adversarial hierarchy extraction process

UP型拓扑层级抽取过程			DOWN型拓扑层级抽取过程		
$i$	$R(S_i)$	$T(S_i)$	$i$	$Q(S_i)$	$T(S_i)$
$S_1$	1,2,3,11	1	$S_1$	1,4,5,6,7,8,9,13,14,15,16,17	1
$S_2$	2,11	2	$S_2$	1,2,4,5,6,7,8,9,13,14,15,16,17	2
$S_3$	3	3	$S_3$	1,3,4,5,6,7,8,9,13,14,15,16,17	3
$S_4$	1,2,3,4,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16	4	$S_4$	4,5	4
$S_5$	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16	5	$S_5$	5	5
$S_6$	1,2,3,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16	6	$S_6$	4,5,6,17	6
$S_7$	1,2,3,7,8,9,10,11	7	$S_7$	7	7
$S_8$	1,2,3,8,11	8	$S_8$	4,5,6,7,8,9,13,14,15,16,17	8
$S_9$	1,2,3,8,9,10,11,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_9$	4,5,6,9,13,14,15,16,17	9,13,14,15,16
$S_{10}$	$\emptyset$	$\emptyset$	$S_{10}$	4,5,6,9,10,13,14,15,16,17	10
$S_{11}$	$\{11\}$	$\{11\}$	$S_{11}$	1,2,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17	11
$S_{12}$	11,12	12	$S_{12}$	4,5,6,9,12,13,14,15,16,17	12
$S_{13}$	1,2,3,8,9,10,11,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{13}$	4,5,6,9,13,14,15,16,17	9,13,14,15,16
$S_{14}$	1,2,3,8,9,10,11,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{14}$	4,5,6,9,13,14,15,16,17	9,13,14,15,16
$S_{15}$	1,2,3,8,9,10,11,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{15}$	4,5,6,9,13,14,15,16,17	9,13,14,15,16
$S_{16}$	1,2,3,8,9,10,11,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{16}$	4,5,6,9,13,14,15,16,17	9,13,14,15,16
$S_{17}$	1,2,3,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17	17	$S_{17}$	$\{17\}$	$\{17\}$
抽取3,10,11放置上层并删除后继续抽取			抽取5,7,17放置下层并删除后继续抽取		
$S_1$	1,2	1	$S_1$	1,4,6,8,9,13,14,15,16	1
$S_2$	2	2	$S_2$	1,2,4,6,8,9,13,14,15,16	2
$S_4$	1,2,4,6,8,9,12,13,14,15,16	4	$S_3$	1,3,4,6,8,9,13,14,15,16	3
$S_5$	1,2,4,5,6,8,9,12,13,14,15,16	5	$S_4$	4	4
$S_6$	1,2,6,8,9,12,13,14,15,16	6	$S_6$	4,6	6
$S_7$	1,2,7,8	7	$S_8$	4,6,8,9,13,14,15,16	8
$S_8$	1,2,8	8	$S_9$	4,6,9,13,14,15,16	9,13,14,15,16
$S_9$	1,2,8,9,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{10}$	4,6,8,9,10,13,14,15,16	10
$S_{12}$	$\{12\}$	$\{12\}$	$S_{11}$	1,2,4,6,8,9,11,12,13,14,15,16	11
$S_{13}$	1,2,8,9,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{12}$	4,6,9,12,13,14,15,16	12
$S_{14}$	1,2,8,9,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{13}$	4,6,9,13,14,15,16	9,13,14,15,16
$S_{15}$	1,2,8,9,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{14}$	4,6,9,13,14,15,16	9,13,14,15,16
$S_{16}$	1,2,8,9,12,13,14,15,16	9,13,14,15,16	$S_{15}$	4,6,9,13,14,15,16	9,13,14,15,16
$S_{17}$	1,2,6,8,9,12,13,14,15,16,17	17	$S_{16}$	4,6,9,13,14,15,16	9,13,14,15,16
抽取2,12放置上层并删除后继续抽取			抽取4放置下层并删除后继续抽取		
...			...		
依次逐级抽取			依次逐级抽取		
...			...		
$S_5$	5	5	$S_{11}$	$\{11\}$	$\{11\}$
抽取5,所有元素抽取结束			抽取11,所有元素抽取结束		

表3 对抗层级抽取结果

Tab.3 Adversarial hierarchy extraction results

Level	以结果为导向的 UP 型	以原因为导向的 DOWN 型
0	$S_3, S_{11}, S_{10}$	$S_{11}$
1	$S_2, S_{12}$	$S_2, S_3$
2	$S_1$	$S_1$
3	$S_8$	$S_8, S_{10}, S_{12}$
4	$S_7, S_9, S_{13}, S_{14}, S_{15}, S_{16}$	$S_9, S_{13}, S_{14}, S_{15}, S_{16}$
5	$S_6$	$S_6$
6	$S_4, S_{17}$	$S_4$
7	$S_5$	$S_5, S_7, S_{17}$

2.5 绘制有向拓扑层级图

根据要素间关系与对抗层级抽取结果,可绘制有向拓扑层级图。水利工程项目治理影响因素间的可达关系由有向线段进行表示,图中双向箭头表示形成回路,即互为可达关系,同时越下层表示影响因素具有根源性,越上层因素表示影响因素具有直接性。UP型有向拓扑层级图如图1所示,DOWN型有向拓扑层级图如图2所示。

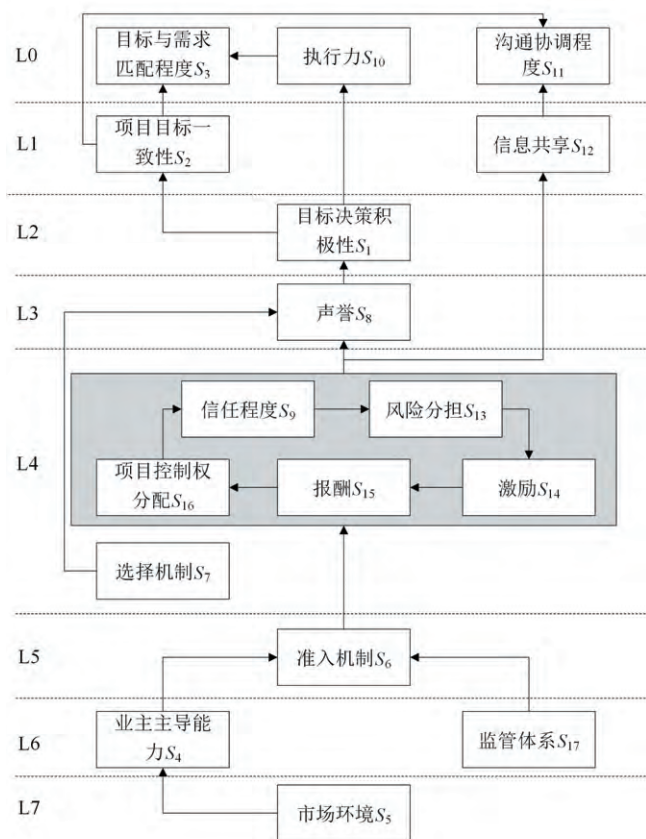


图1 UP型有向拓扑层级图 Fig.1 UP type directed topology hierarchy diagram

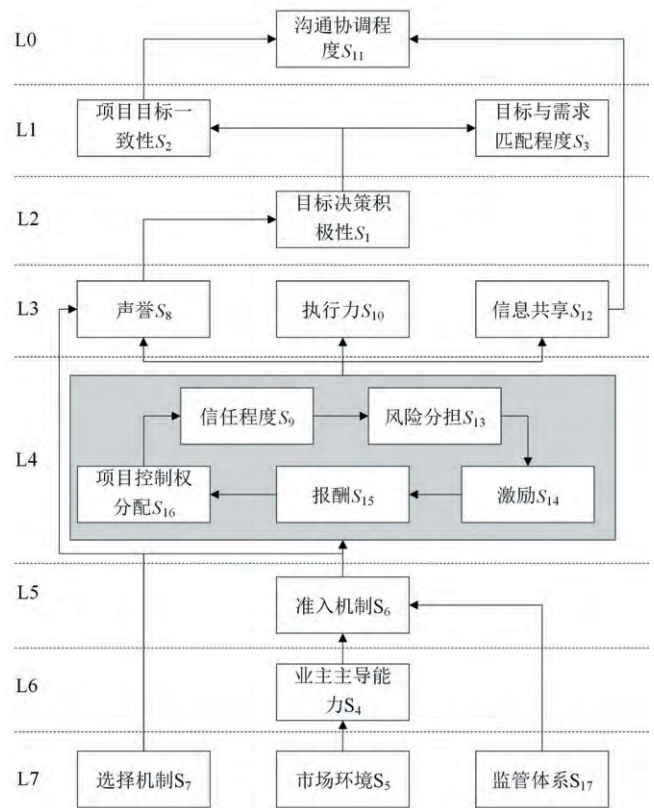


图2 DOWN型有向拓扑层级图 Fig.2 DOWN type directed topology hierarchy diagram

三类。

根源层影响因素包括 $S_4$ 业主主导能力、 $S_5$ 市场环境、 $S_6$ 准入机制、 $S_{17}$ 监管体系,这四类影响因素是水利工程项目治理过程中需要优先考虑的因素,这些因素位于系统最上层,对于水利工程项目治理有着长远且深层次的影响。中间层影响因素包括 $S_7$ 选择机制、 $S_8$ 声誉、 $S_9$ 信任程度、 $S_{10}$ 执行力、 $S_{12}$ 信息共享、 $S_{13}$ 风险分担、 $S_{14}$ 激励、 $S_{15}$ 报酬、 $S_{16}$ 项目控制权分配,这9类因素是水利工程项目治理的关键,他们涉及水利工程建设项目的全生命周期,处于系统递增阶段的中间环节,受根源层因素影响,同时作用于浅表层因素,起承上启下的纽带作用。浅表层影响因素包括 $S_1$ 目标决策积极性、 $S_2$ 项目目标一致性、 $S_3$ 项目与需求匹配程度、 $S_{11}$ 沟通协调程度,这4类因素是水利工程项目治理的最直接因素,直接影响治理效果,其他因素需要通过浅表层影响系统。

3.2 影响因素间关系分析

浅表层因素对系统的影响。浅表层因素包括目标决策积极性、项目目标一致性、项目与需求匹配程度和沟通协调程度。这四个因素对系统的影响最为直接,其共同特征是建立一个共同的项目目标及愿景,保障利益相关者在大型水利工程建设项目中目标一致,通过利益相关者之间的沟通协调、信息互通保障治理活动中的各项目标和命令的执行,进而促进项目成功。

中间层因素对系统的影响。本系统中中间层因素较多,且形成了一个闭合回路。其中信任、风险分担、激励、报酬、项目控制权分配相互影响,这体现了项目的契约治理是一个在项目

3 分析结果及建议

3.1 AISM影响因素层级分析

由UP型和DOWN型有向拓扑层级图分析,可发现系统为7级结构,各因素间有向线段指向基本一致,层级划分基本相同,根据现有层级关系,将影响因素归为根源层、中间层、和浅表层

全生命周期内的整体过程,利益相关者的风险分担意愿直接影响其收益水平和项目控制权的大小,项目控制权影响信任程度,信任程度能作用于利益相关者的风险分担意愿。全生命周期的项目契约治理能够影响利益相关者的声誉和执行力两项对系统浅表层能够起到直接作用的影响因素,在系统中起到潜在呈递作用。

根源层因素对系统的影响。根源层因素处于系统最高层级,不受其他因素影响,能够直接或间接影响系统内其他因素。市场环境、准入机制和监管体系形成了一个对项目合作者综合考评的短名单考评制度,对项目合作者的选择直接影响着业主在项目中的主导能力。业主在项目中的控制能力和主导能力,包括业主的决策影响力以及业主掌管资金的能力,影响了项目各利益相关方对于项目的控制权分配大小和激励水平,进而影响各利益相关方收益。

### 3.3 水利工程项目治理提升建议

(1)制定明确的目标愿景,增强沟通合作程度。首先要制定合理的项目目标和愿景,保障项目目标与项目需求一致,在决策制定过程中充分征求利益相关者意见,促使利益相关者产生目标与愿景实现的积极性,发挥利益相关者的主观能动作用。其次是加强沟通合作程度,尤其是业主与利益相关者之间,利益相关者相互之间的信息通畅程度,建立透明高效的信息互通分享平台,使项目治理能够由结果导向的静态治理向以过程导向的动态治理转变。

(2)加强项目治理过程管理,发挥契约治理作用。项目契约治理贯穿项目的全生命周期,在合同签订时就应注意合同的柔性和刚性的协调,对于项目的风险分担、激励政策、项目报酬、项目控制权分配等内容,应在刚性合同中明确,避免发生项目治理过程中的权责利冲突<sup>[18]</sup>。对于合同中的未尽事项即柔性部分,应建立科学合理的应对体系,并保障实施过程中对各利益相关者的一致性,从而增加项目治理过程中各利益主体之间的信任程度,避免发生机会主义行为,规避项目风险。同时,业主应充分发挥主导作用,站在全生命周期的视角上,统筹协调项目治理在项目的各个阶段利益相关者的权责利分配问题。

(3)加强市场监管和准入核查,建立考评短名单<sup>[19]</sup>。政府部门加强监管,在招投标中杜绝串标围标、行政干预等行为,构建公平、公开、公正的有序市场竞争环境,为水利工程项目治理提供行政保障。建立短名单考评制度,对于有诚信不良记录,失信记录的合作者建立“黑名单”,将履约能力强,业绩突出的合作者加入考评短名单,并保持短名单定时更新,刺激市场竞争,激发市场活力。

## 4 结论

(1)基于文献分析和德尔非法判断因素间二元关系,通过 AISM 建立两组对抗的有向拓扑层级图,能够比较清晰地识别水利工程项目治理全生命周期的因素层级与因素间关系。浅表层影响因素为:目标决策积极性、项目目标一致性、项目与需求匹配程度、沟通协调程度;中间层影响因素为:选择机制、声誉、信任程度、执行力、信息共享、风险分担、激励、报酬、项目控

制权分配;根源层影响因素为:业主主导能力、市场环境、准入机制、监管体系。

(2)根据水利工程项目治理因素层级和因素间关系,提出制定明确的目标愿景,增强沟通合作程度;加强项目治理过程管理,发挥契约治理作用;加强市场监管和准入核查,建立考评短名单3个层面的提升建议。

(3)相较于传统的 ISM 模型, AISM 模型可以展示逆向抽选层级图,更具说服力。但是由于 ISM 模型本身的局限性,仍属定性分析范畴,将来还需要进一步用定量方法进行验证。 □

### 参考文献:

- [1] 郝云剑,胡兴球,王洪亮.基于 ISM 的我国水电企业东南亚水电投资风险分析[J].中国农村水利水电,2014(1):157-160.
- [2] 陈平,强茂山,王嘉宁,等.水电开发项目有效治理因素分析[J].水力发电学报,2009,28(4):33-37.
- [3] 汪斌,朱延琴.公益性水利工程建设项目治理初探[J].水利水电科技进展,2006(6):76-80.
- [4] 张兆方,何伟军,袁亮,等.基于不完全契约理论的水利水电工程项目治理研究[J].工程管理学报,2019,33(4):105-110.
- [5] 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.
- [6] 严玲,霍双双,邓新位.项目治理机制改善公共项目管理绩效的研究:以代建人激励效应为中介变量[J].华东经济管理,2014,28(2):137-142.
- [7] 严玲,张笑文,吴量,等.代建人特征对项目控制权配置的影响研究:基于扎根理论的探索性分析[J].建筑经济,2016,37(3):115-120.
- [8] 严玲,史志成,严敏,等.公共项目契约治理与关系治理:替代还是互补?[J].土木工程学报,2016,49(11):115-128.
- [9] 丁荣贵,高航,张宁.项目治理相关概念辨析[J].山东大学学报(哲学社会科学版),2013(2):132-142.
- [10] 何寿奎.基于管理效率的公私合作项目伙伴选择与激励机制[J].数学的实践与认识,2010,40(8):1-7.
- [11] 尹贻林,胡杰.基于利益相关者核心价值分析的公共项目成功标准研究[J].中国软科学,2006(5):149-155.
- [12] 尹贻林,徐志超.工程项目中信任、合作与项目管理绩效的关系:基于关系治理视角[J].北京理工大学学报(社会科学版),2014,16(6):41-51.
- [13] 邓娇娇,汤伟钢,严玲.政府投资项目代建人问责机制研究:基于项目治理与项目管理绩效双向互动的分析[J].财经问题研究,2013(4):62-67.
- [14] RALF M, MIIA M. The impact of relational norms on information technology project success and its moderation through project governance[J]. International Journal of Managing Projects in Business, 2015, 8(1): 154-176.
- [15] 杜亚灵,李会玲,闫鹏,等.初始信任、柔性合同和工程项目管理绩效:一个中介传导模型的实证分析[J].管理评论,2015,27(7):187-198.
- [16] 张蔚虹,刘冲,段利民.项目管理三要素与项目绩效的关系:以利益相关方满意度为中介变量[J].技术经济,2014,33(6):84-89.

(下转第 187 页)

整体而言,在各向同性假定下钻孔倾角对渗透性估计的影响很小,这说明大多数情况下,式(12)可以简化为式(13)。

## 6 结 论

本文提出了考虑钻孔倾角及地下水位的钻孔试验数据分析方法,并采用数值模拟方法进行了验证,主要结论如下。

(1) 本文提出的钻孔压水试验解析模型从机理上反映了钻孔倾角及地下水位对试验数据分析的影响。

(2) 在钻孔距地下水面距离较远时,本文模型可退化为我国钻孔压水试验行业规程推荐的 Hvorslev 公式。

(3) 本文模型参数较少,物理意义明确,便于工程应用。在钻孔( $L=5\text{ m}$ ,  $r_0=45.5\text{ mm}$ )中心距地下水面距离小于  $13.3\text{ m}$  时,需采用本文提出的模型才能求得较为准确的渗透系数。 □

### 参 考 文 献:

- [1] 周志芳,滕建仁. 三峡工程大坝坝基渗控分析[J]. 岩石力学与工程学报,2001(5):700-704.
- [2] 陈益峰,周创兵,胡 冉,等. 大型水电工程渗流分析的若干关键问题研究[J]. 岩土工程学报,2010(9):136-142.
- [3] HOULSBY A C. Routine interpretation of the Lugeon water-test [J]. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 1976, 9 (4):303-313.
- [4] WANG M, KULATILAKE P H S W, UM J, et al. Estimation of REV size and three-dimensional hydraulic conductivity tensor for a fractured rock mass through a single well packer test and discrete fracture fluid flow modeling [J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2002, 39(7):887-904.
- [5] 张世殊. 溪洛渡水电站坝基岩体钻孔常规压水与高压压水试验成果比较[J]. 岩石力学与工程学报,2002,21(3):385-387.
- [6] 王锦国,周志芳,黄 勇. 基于压水试验资料的岩体透水性分形特征研究[J]. 岩石力学与工程学报,2003(4):562-565.
- [7] 蒋中明,陈胜宏,冯树荣,等. 高压条件下岩体渗透系数取值方法研究[J]. 水利学报,2010,41(10):1 228-1 233.
- [8] 平 扬,蒋志坚. 基于压水试验的裂隙岩体渗透特性分析[J]. 中国农村水利水电,2014(9):166-168.
- [9] 中华人民共和国行业标准编写组. 水利水电工程钻孔压水试验规程: SL 31-2003 [S]. 北京:中国水利水电出版社,2003.
- [10] 中华人民共和国行业标准编写组. 水电工程钻孔压水试验规程: NB/T 35113-2018 [S]. 北京:中国水利水电出版社,2017.
- [11] HVORSLEV M J. Time lag and soil permeability in ground-water observations [C]//MI Bulletin, US Corps of Engineerings Waterways Experimental Station Vicksburg. [S.L.]: [s. n.], 1951, 36: 43-44.
- [12] 薛禹群,吴吉春. 地下水动力学[M]. 3版. 北京:地质出版社,2010.
- [13] 王 瑞,沈振中,陈孝兵. 基于COMSOL Multiphysics的高拱坝渗流-应力全耦合分析[J]. 岩石力学与工程学报,2013,32(增刊2): 3 197-3 204.
- [14] 曹凯花. 北京市属医院建设项目治理影响因素研究[D]. 北京:北京建筑大学,2018.
- [15] 佟 瑶. 基于项目治理的EPC总承包项目绩效评价[D]. 郑州:华北水利水电大学,2019.
- [16] 唐贵基,姜 乐,王晓龙. 基于SSD和MPE的滚动轴承故障诊断方法[J]. 组合机床与自动化加工技术,2020,62(3):70-73.
- [17] 苟先太,李昌喜,金炜东. VMD多尺度熵用于高速列车横向减振器故障诊断[J]. 振动、测试与诊断,2019,39(2):292-297,442.
- [18] 程晓宜,陈启卷,王卫玉,等. 基于多维特征和多分类器的水电机组故障诊断[J]. 水力发电学报,2019,38(4):179-186.
- [19] 张炜博. 基于时频分析与非线性熵的水电机组智能故障诊断与状态趋势预测研究[D]. 武汉:华中科技大学,2019.
- [20] 齐 天,袁 焱,吴亚锋. 利用聚合经验模态分解抑制振动信号中的模态混叠[J]. 噪声与振动控制,2010,30(2):103-106.
- [21] COSTA M, GOLDBERGER A L, PENG C K. Multiscale entropy analysis of complex physiologic time series. Physical Review Letters, 2002, 89(6):068 102-1-4.
- [22] 秦喜文,高中华,董小刚,等. 利用经验模态分解和多尺度熵的滚动轴承故障诊断研究[J]. 制造业自动化,2015,37(21):67-70.
- [23] 庄城城,易 辉,张 杰. EEMD多尺度熵和LSSVM在模拟电路故障诊断中的应用[J]. 微电子学与计算机,2019,36(10):78-82.
- [24] HUANG G B, ZHU Q Y, SIEW C K. Extreme learning machine: Theory and applications [J]. Neurocomputing, 2006, 70 (1-3) : 489-501.
- [25] 邹剑晖,敖银辉. 基于CEEMD和小波核极限学习机的轴承故障诊断[J]. 组合机床与自动化加工技术,2019,61(11):74-77,82.
- [26] 张 宁,魏秀业,徐晋宏. 基于LMD样本熵与ELM的行星齿轮箱故障诊断[J]. 机械传动,2020,44(4):152-157.
- [27] 万书亭,彭 勃. 基于非局部均值去噪和快速谱相关的滚动轴承早期故障诊断方法[J]. 中南大学学报(自然科学版),2020,51 (1):76-85.
- [28] 孙泽金. 转子故障信号的敏感特征提取方法研究[D]. 兰州:兰州理工大学,2019.
- [29] 卢 俊,吴建星. 基于EEMD近似熵的矿山微震信号特征提取研究[J]. 化工矿物与加工,2019,48(9):1-5.

(上接第175页)

- [17] ROBERT J, RALF M. The relationship between project governance and project success [J]. International Journal of Project Management, 2016, 34(4):613-626.

(上接第182页)

- [13] 唐贵基,姜 乐,王晓龙. 基于SSD和MPE的滚动轴承故障诊断方法[J]. 组合机床与自动化加工技术,2020,62(3):70-73.
- [14] 苟先太,李昌喜,金炜东. VMD多尺度熵用于高速列车横向减振器故障诊断[J]. 振动、测试与诊断,2019,39(2):292-297,442.
- [15] 程晓宜,陈启卷,王卫玉,等. 基于多维特征和多分类器的水电机组故障诊断[J]. 水力发电学报,2019,38(4):179-186.
- [16] 张炜博. 基于时频分析与非线性熵的水电机组智能故障诊断与状态趋势预测研究[D]. 武汉:华中科技大学,2019.
- [17] 齐 天,袁 焱,吴亚锋. 利用聚合经验模态分解抑制振动信号中的模态混叠[J]. 噪声与振动控制,2010,30(2):103-106.
- [18] COSTA M, GOLDBERGER A L, PENG C K. Multiscale entropy analysis of complex physiologic time series. Physical Review Letters, 2002, 89(6):068 102-1-4.
- [19] 秦喜文,高中华,董小刚,等. 利用经验模态分解和多尺度熵的滚动轴承故障诊断研究[J]. 制造业自动化,2015,37(21):67-70.

- [18] 曹凯花. 北京市属医院建设项目治理影响因素研究[D]. 北京:北京建筑大学,2018.
- [19] 佟 瑶. 基于项目治理的EPC总承包项目绩效评价[D]. 郑州:华北水利水电大学,2019.

- [20] 庄城城,易 辉,张 杰. EEMD多尺度熵和LSSVM在模拟电路故障诊断中的应用[J]. 微电子学与计算机,2019,36(10):78-82.
- [21] HUANG G B, ZHU Q Y, SIEW C K. Extreme learning machine: Theory and applications [J]. Neurocomputing, 2006, 70 (1-3) : 489-501.
- [22] 邹剑晖,敖银辉. 基于CEEMD和小波核极限学习机的轴承故障诊断[J]. 组合机床与自动化加工技术,2019,61(11):74-77,82.
- [23] 张 宁,魏秀业,徐晋宏. 基于LMD样本熵与ELM的行星齿轮箱故障诊断[J]. 机械传动,2020,44(4):152-157.
- [24] 万书亭,彭 勃. 基于非局部均值去噪和快速谱相关的滚动轴承早期故障诊断方法[J]. 中南大学学报(自然科学版),2020,51 (1):76-85.
- [25] 孙泽金. 转子故障信号的敏感特征提取方法研究[D]. 兰州:兰州理工大学,2019.
- [26] 卢 俊,吴建星. 基于EEMD近似熵的矿山微震信号特征提取研究[J]. 化工矿物与加工,2019,48(9):1-5.