

基于AHP-灰色关联法的水利工程风险管控能力提升研究

徐旭东,黄烈涛,刘 尚,吉嘉豪,王 伟

(南水北调东线江苏水源有限责任公司项目管理分公司,江苏 南京 210041)

摘要:为进一步降低水利工程施工企业危险性较大的单项工程安全风险,提升安全风险管控能力。选取部分危险性较大的单项工程作为研究对象,运用层次分析法进行研究分析,并建立基于“六项机制”的灰色关联模型确定提升策略关联度。结果表明,基坑支护及降水工程、围堰工程、水上作业工程是影响水利工程施工企业危险性较大的单项工程安全风险管控的主要因素,严格落实管理措施和工程技术措施是提升安全风险管控能力的有效途径。

关键词:层次分析法;灰色关联模型;六项机制;安全风险管控

中图分类号:X947

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2025)02-0055-0006

Research on the improvement of risk management and control ability of water conservancy projects based on AHP-grey correlation method

XU Xudong, HUANG Lietao, LIU Shang, JI Jiahao, WANG Wei

(Project Management Branch of The Eastern Route of South-to-North Water Diversion Jiangsu Water Resource Co., Ltd., Nanjing 210041, China)

Abstract: In order to further reduce the safety risk of a single project with greater risk in water conservancy engineering construction enterprises, and improve the safety risk management and control ability. In this paper, some single projects with high risk are selected as the research objects, and the analytic hierarchy process is used to conduct research and analysis, and a grey correlation model based on the “six mechanisms” is established to determine the relevance of the promotion strategy. The results show that foundation pit support and dewatering engineering, cofferdam engineering and water operation engineering are the main factors affecting the safety risk control of individual projects with greater risk in water conservancy engineering construction enterprises, and the strict implementation of management measures and engineering technical measures is an effective way to improve the safety risk management and control ability.

Key words: analytic hierarchy process; grey association model; six mechanisms; security risk management and control

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,对于保障国家经济安全、促进社会发展和改善民生具有不可替代的作用。然而,水利工程建设往往伴随着高风险^[1],特别是在危险性较大的工

程中,如深基坑开挖、高边坡治理、爆破作业以及大型起重吊装等,安全风险尤为突出。这些工程不仅技术复杂,施工难度大,而且一旦发生事故,往往会造成严重的人员伤亡和财产损失,给社会带来极大

收稿日期:2024-10-09

作者简介:徐旭东(1993—),男,工程师,硕士,主要从事水利工程建设与运营安全管理、应急管理研究。E-mail:1256057641@qq.com

的负面影响。

随着科技的不断进步和工程技术的快速发展,水利工程施工企业的安全风险管控能力得到了显著提升^[2]。然而,面对日益复杂的工程环境和不断变化的施工条件,安全风险管控仍然面临着诸多挑战。一方面,水利工程施工过程中的风险来源广泛,包括地质条件、水文环境、施工技术、人员操作等多个方面,这些风险相互交织,增加了管控的难度。另一方面,随着工程规模的扩大和技术的创新,新的风险点不断涌现,对安全风险管控提出了更高的要求。

因此,提升水利工程施工企业的安全风险管控能力,特别是对危险性较大的工程,显得尤为重要。这不仅能够提高施工安全性,减少事故发生的可能性,还能够保障工程质量,提高施工效率,为水利工程的可持续发展提供有力保障^[3]。

1 构建层次分析模型

1.1 指标选取

层次分析法的指标选取对于确保评价过程的科学性和合理性至关重要。要建立一套科学、系统的指标体系来提升水利工程施工企业危险性较大的单项工程安全风险管控能力,在指标选取过程中要规避单项指标,以此避免评价指标以偏概全,但指标选取过多、过细,会导致评价过程过于繁琐。因此,在指标选取过程中,应坚持目标性、系统性、独立性、同向性、全面性、可操作性的原则。

1.1.1 准则层

(1)基坑支护及降水工程(X1):基坑支护不当易导致边坡坍塌^[4],危及人员及周边建筑安全。降水过程中,地下水控制不当可能引发透水,影响基坑稳定及地下设施安全。此外,施工中的高处坠落、物体打击与机械伤害也是不可忽视的风险。

(2)土石方开挖工程(X2):不合理的开挖方式和不严格的安全管理易导致坡面坍塌、垮塌,造成人员伤亡和财产损失。机械设备的不当操作和维护不良可能引发机械故障,增加施工风险。地质条件复杂、地下水丰富等因素也可能对施工安全造成不利影响。此外,施工现场交通流量大,交通安全风险不容忽视。

(3)模板及支撑工程(X3):模板支撑失稳导致坍塌,模板制作和安装质量不合格引发混凝土浇筑问题,以及施工荷载过大造成支撑系统受损,此外,

高处坠落、物体打击和不正确提升操作也是常见的安全事故原因。

(4)起重吊装工程(X4):金属结构及机电设备安装过程中涉及起重吊装工序,物体坠落是首要风险,可能由设备故障、操作失误或吊装方案不当引发,严重威胁人员和设备安全。起重机械的超负荷作业、机械故障如吊钩断裂、钢丝绳滑出等,都可能导致重物失控,造成重大事故。此外,指挥信号不明确、光线不足的作业环境、吊物上站人、吊车支脚未垫稳等也是常见的风险因素。

(5)脚手架工程(X5):脚手架工程事故的安全风险主要体现在搭设与使用过程中。因材料质量不达标、搭设不规范或使用不当,脚手架可能出现倾倒、坍塌等事故,严重威胁作业人员的人身安全。此外,高空坠落、触电、落物伤人等风险也不容忽视。

(6)拆除工程(X6):水利工程既有建筑拆除时,工人可能因未正确佩戴或使用安全带、安全网等设施而高处坠落,造成严重后果。拆除过程中,松动的构建物或材料可能意外坠落,对下方人员造成打击伤害。若拆除方法不当或未按计划进行,可能导致建筑物整体或部分倒塌,危及人员安全。

(7)围堰工程(X7):导截流施工过程中,水压过大导致围堰破裂,地基不稳引发围堰倒塌,施工操作不当造成坍塌或渗水,以及极端天气(如洪水、暴雨)加剧围堰失稳风险。水利工程中围堰工程事故还可能带来一系列连锁反应,如围堰失效后可能导致下游地区遭受洪水侵袭,造成财产损失和人员伤亡;同时,如果围堰内积水迅速外泄,还可能对周边地质环境造成破坏,如引发山体滑坡、泥石流等自然灾害。

(8)水上作业工程(X8):水上作业工程受水流、风浪、潮汐等自然因素影响大,强水流、恶劣天气可能导致船只倾覆、人员淹溺等事故。船只及作业设备故障,如沉没、起重机故障等,易引发作业中断和安全事故。人员操作不当、缺乏安全培训、疲劳作业等人为失误,也是导致事故的重要原因。

(9)沉井工程(X9):沉井工程往往位于地下,地质条件的复杂性如地层松软、地下水流、岩石硬度不均等,可能导致施工设备和安全受到影响,增加施工难度和风险。施工过程中使用的大量施工设备,如挖掘机、泵车等,存在设备故障、操作失误和违章操作等风险,可能导致施工中断或安全事故。沉井施工环境复杂,作业空间狭小,施工人员可能

受到有毒有害气体、低氧、高温等环境因素的影响,导致中毒、窒息、中暑等事故。

(10)临电工程(X10):由于临时用电设施多为临时搭建,可能存在电气线路老化、裸露、接线不规范等问题,易引发触电、短路、火灾等电气安全事故。操作人员可能缺乏专业知识和技能,对电气安全认识不足,操作不当易产生事故。此外,未穿戴必要的防护用品也会增加触电风险。

1.1.2 方案层

方案层策略的选取是为了进一步提升水利工程施工企业安全风险管控能力,结合《水利安全生产风险管控“六项机制”实施工作指南(2024年版)》的内容,主要选取“防范机制”中6个危险源风险管控措施。

(1)风险公告措施(F1):水利建设工程项目应根据本工程实际,设置安全风险空间分布图、安全风险公告栏、重大风险警示牌、岗位风险告知卡、安全警示标志等。

(2)工程技术措施(F2):水利工程项目应采取消除或减弱、替代、封闭、隔离、移开或改变方向等手段,提升施工现场安全水平。

(3)管理措施(F3):水利工程项目应制定实施

作业程序、安全许可、安全操作规程等作业行为规范,合理调控作业时间、减少作业人员暴露时间,加强对现场危险物品的监测监控和巡查,设置警报和警示信号,提高安全管理水平。

(4)教育培训措施(F4):水利工程施工企业应定期组织从业人员开展教育培训,使相关人员熟练掌握危险源辨识、风险评价、风险管控及应急处置知识。

(5)个体防护措施(F5):水利工程施工企业应根据作业现场实际情况,按规范配备符合国家标准或行业标准的个体防护用品,从业人员应规范佩戴防护用品。

(6)应急处置措施(F6):水利工程施工企业应根据重大风险危险源落实“一案一策”管控要求,针对有关工作场所、设施设备、岗位特点编制应急处置卡,并发放给从业人员随身携带或放置在现场显著位置。

1.2 模型建立

以水利工程施工企业危险性较大单项工程安全风险管控能力提升作为目标层,构建递阶层次模型,上述X1~X10 10个指标作为准则层,F1~F6 6个指标作为方案层。模型结构如图1所示。

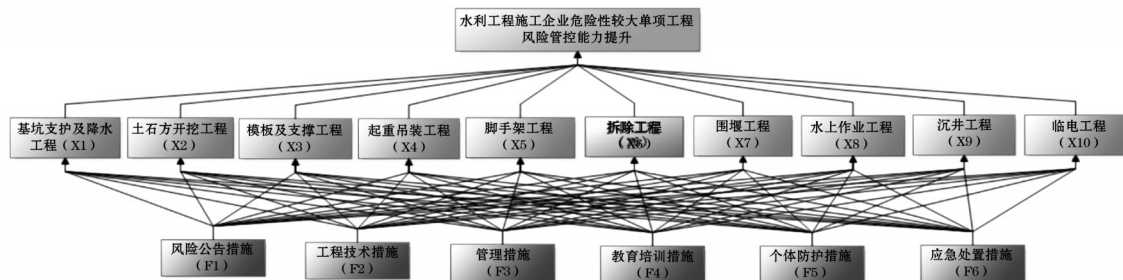


图1 模型结构

2 层次分析法

层次分析法将分析过程层次化、量化、模块化,运用数学方法对其分析、决策,对非定量事件进行量化的计算分析,是一种系统、简单、灵活的决策方法,非常适用于多目标、多准则又难以全部量化处理的复杂问题。

2.1 运算过程

(1)构造判断矩阵

通过准则层各因素两两重要性分析对比,形成判断矩阵 $A=[a_{ij}]$ 。

(2)层次单排序

将矩阵的每列进行标准化,将标准化后的各元

素按行求和,对求和结果进行标准化后即权重向量 W_i 。

(3)求解最大特征根与CI值

求得权重向量 W_i 后,最大特征根

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{W_i}; CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}。$$

式中: λ_{\max} 为最大特征根; A 为判断矩阵; W_i 为权重向量; n 为矩阵阶数; CI 为一一致性指标。

(4)一致性检验

查阅随机一致性指标 RI 取值表(表1),计算 $CR = \frac{CI}{RI} < 0.1$,检验判断矩阵一致性。

2.2 计算各层的权重

(1)判断尺度见表2。

表1 RI取值

矩阵阶数(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.54	1.56

表2 判断尺度

判断尺度	定义
1	两个因素相比较,具有同等重要性
3	两个因素相比较,前者比后者稍重要
5	两个因素相比较,前者比后者明显重要
7	两个因素相比较,前者比后者非常重要
9	两个因素相比较,前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述相邻判断的中间值
倒数	若A与B的重要性之比为 α , 则B比A的重要性为 $1/\alpha$

(2)邀请专家对准则层各要素两两间重要性进行赋分,赋分结果见表3。

最终求得特征向量为:

$$W=[W_1,W_2,W_3,W_4,W_5,W_6,W_7,W_8,W_9,W_{10}]^T=[0.2084,0.0836,0.0770,0.0744,0.0465,0.0949,0.1559,0.1356,0.0855,0.0382]$$

从上述计算结果得出,在水利工程施工企业危险性较大的单项工程安全风险管控的权重由高到低依次为基坑支护及降水工程(0.2084)、围堰工程(0.1559)、水上作业工程(0.1356)、拆除工程(0.0949)、沉井工程(0.0855)、土石方开挖工程

(0.0836)、模板及支撑工程(0.077)、起重吊装工程(0.0744)、脚手架工程(0.0465)、临电工程(0.0382)。由此可知,基坑支护及降水工程、围堰工程、水上作业工程是水利工程施工企业危险性影响因素中较大的单项工程安全风险管控的主要因素。

3 灰色关联法

3.1 计算过程

在层次分析法基础上建立灰色关联模型,将方案层中相关因素的权重值构成因素特征矩阵:

$$P_k=\begin{bmatrix} P_{k1} \\ \vdots \\ P_{km} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} P_{k1}(1) & \cdots & P_{k1}(n) \\ \vdots & & \vdots \\ P_{km}(1) & \cdots & P_{km}(n) \end{bmatrix}$$

从准则层各影响因素 $X_j(j=1,2,\cdots,10)$ 的相对重要性进行分析,结合层次分析法的各影响因素的权重值作为重要性参考指标, n 个因素按权重值构成待检验数据 X_Σ ,数据如下:

$$X_\Sigma=(X_\Sigma(1),X_\Sigma(2),\cdots,X_\Sigma(n))=(e_1,e_2,\cdots,e_n)$$

通过 $\{X_\Sigma\}$ 和特征向量 $\{P_{ki}\}(i=1,2,\cdots,m)$ 之间的灰色关联计算关联度序列,公式如下:

$$\Delta_{\max}=\max(\max|X_\Sigma(k)-P_{ki}(k)|) \tag{1}$$

$$\Delta_{\min}=\min(\min|X_\Sigma(k)-P_{ki}(k)|) \tag{2}$$

表3 准则层各要素专家赋分结果

准则	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	W_i
X1	1	4	3	3	3	3	3	2	2	2	0.2084
X2	1/4	1	2	1	2	2	1	1/3	1/2	2	0.0836
X3	1/3	1/2	1	1/2	2	2	1/3	1/3	2	3	0.0770
X4	1/3	1	2	1	2	1/2	1/2	1/2	1/2	3	0.0744
X5	1/3	1/2	1/2	1/2	1	1/4	1/2	1/2	1/3	2	0.0465
X6	1/3	1/2	1/2	2	4	1	1/3	1/2	3	3	0.0949
X7	1/3	1	3	2	2	3	1	3	3	3	0.1559
X8	1/2	3	3	2	2	2	1/3	1	3	3	0.1356
X9	1/2	2	1/2	2	3	1/3	1/3	1/3	1	3	0.0855
X10	1/2	1/2	1/3	1/3	2	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0.0382

一致性
检验

$$\lambda_{\max}=11.3149,CR=0.0981, \text{通过一致性检验}$$

$$\varepsilon_{\Sigma ki}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{|X_{\Sigma}(k) - P_{ki}(k)| + \rho \Delta_{\max}} \quad (3)$$

$$\rho = 0.5 \quad (4)$$

$$r_{\Sigma ki} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_{\Sigma ki}(k) \quad (5)$$

式中: k 为准则层序号1~10; $X_{\Sigma}(k)$ 为 n 个因素按权重值构成待检验数据; $P_{ki}(k)$ 为方案层中相关因素的权重值构成的因素特征矩阵; Δ_{\max} 为两个序列(子序列和母序列)数值差值的绝对值的最大值; Δ_{\min} 为两个序列(子序列和母序列)数值差值的绝对值的最小值; $\varepsilon_{\Sigma ki}(k)$ 为灰色关联系数; ρ 为分辨系数(一般取0.5); $r_{\Sigma ki}$ 为灰色关联系数平均值。

3.2 计算结果

按照层次分析法计算各影响因素权重,计算出方案层中各影响因素在10项危险性较大的单项工程中的权重,结果见表4。

3.3 计算关联度

根据上述计算结果,得出方案层各因素的特征矩阵为

$$P_k = \begin{bmatrix} P_{k1} \\ P_{k2} \\ P_{k3} \\ P_{k4} \\ P_{k5} \\ P_{k6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0527 & 0.0513 & 0.0512 & 0.0512 & 0.0558 \\ 0.3426 & 0.3305 & 0.3452 & 0.3789 & 0.3937 \\ 0.1727 & 0.1765 & 0.1578 & 0.1604 & 0.1398 \\ 0.0935 & 0.0927 & 0.0930 & 0.0827 & 0.0987 \\ 0.2047 & 0.2070 & 0.2062 & 0.1982 & 0.1809 \\ 0.1338 & 0.1420 & 0.1465 & 0.1286 & 0.1311 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0.0481 & 0.0507 & 0.0437 & 0.0456 & 0.0465 \\ 0.3384 & 0.3510 & 0.3349 & 0.3474 & 0.3993 \\ 0.1753 & 0.1744 & 0.1738 & 0.1774 & 0.1637 \\ 0.0923 & 0.0915 & 0.1068 & 0.0912 & 0.0792 \\ 0.2056 & 0.1923 & 0.2029 & 0.2001 & 0.1763 \\ 0.1404 & 0.1402 & 0.1380 & 0.1383 & 0.1350 \end{bmatrix}$$

由准则层构成的待检验数据 $X_{\Sigma} = \{e_1, e_2, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8, e_9, e_{10}\} = \{0.2084, 0.0836, 0.0770, 0.0744, 0.0465, 0.0949, 0.1559, 0.1356, 0.0855, 0.0382\}$

对待检数据向量进行初始化:

$$X_{\Sigma} = \begin{pmatrix} 0.2084 & 0.0836 & 0.0770 & 0.0744 & 0.0465 \\ 0.2084 & 0.2084 & 0.2084 & 0.2084 & 0.2084 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0.0949 & 0.1559 & 0.1356 & 0.0855 & 0.0382 \\ 0.2084 & 0.2084 & 0.2084 & 0.2084 & 0.2084 \end{pmatrix} = (1, 0.4012, 0.3695, 0.3570, 0.2231, 0.4554, 0.7481, 0.6507, 0.4103, 0.1833)$$

求差序列:

$$\Delta_{\Sigma ki}(k) = |X_{\Sigma}(k) - P_{ki}(k)| \quad (6)$$

$$i=1, 2, 3, 4, 5, 6; k=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$$

式中: $\Delta_{\Sigma ki}(k)$ 为绝对差序列,即比较序列与参考序列的差值。

$$\Delta_{\Sigma ki} = \begin{bmatrix} \Delta_{\Sigma k1} \\ \Delta_{\Sigma k2} \\ \Delta_{\Sigma k3} \\ \Delta_{\Sigma k4} \\ \Delta_{\Sigma k5} \\ \Delta_{\Sigma k6} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9473 & 0.3499 & 0.3183 & 0.1550 \\ 0.6574 & 0.0707 & 0.0243 & 0.0219 \\ 0.8273 & 0.2247 & 0.2117 & 0.1966 \\ 0.9065 & 0.3085 & 0.2763 & 0.2743 \\ 0.7953 & 0.1942 & 0.1633 & 0.1588 \\ 0.8662 & 0.2592 & 0.2230 & 0.2284 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0.1673 & 0.4073 & 0.6974 & 0.6070 & 0.3647 & 0.1368 \\ 0.1706 & 0.1170 & 0.3971 & 0.3158 & 0.0629 & 0.2160 \\ 0.0833 & 0.2801 & 0.5737 & 0.4769 & 0.2329 & 0.0196 \\ 0.1244 & 0.3631 & 0.6566 & 0.5439 & 0.3191 & 0.1041 \\ 0.0422 & 0.2498 & 0.5558 & 0.4478 & 0.2102 & 0.0070 \\ 0.0920 & 0.3150 & 0.6079 & 0.5127 & 0.2720 & 0.0483 \end{bmatrix}$$

有上述计算结果筛选出两级的最值:

$$\Delta_{\max} = \max(\max |X_{\Sigma}(k) - P_{ki}(k)|) = 0.09473 \quad (7)$$

$$\Delta_{\min} = \min(\min |X_{\Sigma}(k) - P_{ki}(k)|) = 0.0070 \quad (8)$$

关联系数计算结果如下:

$$\Delta_{\Sigma ki} = \begin{bmatrix} 0.3383 & 0.5836 & 0.6069 & 0.7646 & 0.7499 \\ 0.4250 & 0.8830 & 0.9653 & 0.9699 & 0.7461 \\ 0.3695 & 0.6883 & 0.7013 & 2.4448 & 0.8630 \\ 0.3483 & 0.6145 & 0.6407 & 0.6426 & 0.8037 \\ 0.3788 & 0.7197 & 0.7546 & 0.7600 & 0.9318 \\ 0.3587 & 0.6559 & 0.6899 & 0.6846 & 0.8497 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0.5456 & 0.4104 & 0.4448 & 0.5733 & 0.7874 \\ 0.8138 & 0.5520 & 0.6088 & 0.8958 & 0.6969 \\ 0.6377 & 0.4589 & 0.5057 & 0.6803 & 0.9745 \\ 0.5744 & 0.4253 & 0.4724 & 0.6063 & 0.8319 \\ 0.6644 & 0.4669 & 0.5216 & 0.7029 & 1.0000 \\ 0.6095 & 0.4440 & 0.4873 & 0.6446 & 0.9209 \end{bmatrix}$$

为了便于数据的比较,对以上数据进行平均化

表4 方案层在危险性较大的单项工程中的权重

方案	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
F1	0.0527	0.0513	0.0512	0.0512	0.0558	0.0481	0.0507	0.0437	0.0456	0.0465
F2	0.3426	0.3305	0.3452	0.3789	0.3937	0.3384	0.3510	0.3349	0.3474	0.3993
F3	0.1727	0.1765	0.1578	0.1604	0.1398	0.1753	0.1744	0.1738	0.1774	0.1637
F4	0.0935	0.0927	0.0930	0.0827	0.0987	0.0923	0.0915	0.1068	0.0912	0.0792
F5	0.2047	0.2070	0.2062	0.1982	0.1809	0.2056	0.1923	0.2029	0.2001	0.1763
F6	0.1338	0.1420	0.1465	0.1286	0.1311	0.1404	0.1402	0.1380	0.1383	0.1350

处理,处理结果见表5。

表5 水利工程施工企业危险性较大的单项工程安全风险管控能力提升方案关联度

$r_{\Sigma k1}$	$r_{\Sigma k2}$	$r_{\Sigma k3}$	$r_{\Sigma k4}$	$r_{\Sigma k5}$	$r_{\Sigma k6}$
0.5805	0.7557	0.8324	0.5960	0.6901	0.6346

3.4 分析结果

从关联度计算结果(表5)可以看出,所列出的水利工程施工企业危险性较大的单项工程安全风险管控能力提升方案中,管理措施(F3)的关联度最大,为0.8324。为有效提升风险管控能力,降低水利工程施工危险性较大的单项工程安全风险,从管理措施方面强化危险源的风险管控最为有效。技术措施(F2)的关联度为0.7557,这就要求水利工程施工企业在强化安全管理的同时,严格落实工程技术措施,提升施工现场本质安全水平是降低安全风险的另一有效途径。个体防护措施、应急处置措施、教育培训措施、风险公告措施的关联度分别为0.6901、0.6346、0.5960、0.5805。因此,为了提升水利工程施工企业基坑支护及降水工程、围堰工程、水上作业工程等危险性较大的单项工程安全风险管控能力,企业应在建立完善安全管理体系、规范作业程序、合理安排作业时间、强化现场巡查的基础上,不断提升现场安全防护、安全监测、安全预警等安全水平。

4 结 论

对水利工程危险性较大的单项工程进行层次分析法分析,发现基坑支护及降水工程、围堰工程、水上作业工程权重较大,分别为0.2084、0.1559、0.1356。因此,施工企业在进行施工前,对达到一定规模的危险性较大的单项工程,应编制专项施工方案,对超过一定规模的危险性较大的单项工程,应组织专家进行审查论证。施工单位应当在施工现场显著位置公告危险性较大工程名称、施工时间和具体责任人员,并在危险区域设置安全警示标志。专项施工方案实施前,编制人员或者项目技术负责人应当向施工现场管理人员进行方案交底,施工现场管理人员应当向作业人员进行安全技术交底。施工过程中,项目负责人应当在施工现场履职,项目专职安全生产管理人员应当对专项施工方案实施情况进行现场监督,严格按照规定对危险性较大工程进行安全监测和安全巡视。施工完成后,对需

要验收的危险性较大工程,应组织相关人员进行验收,验收合格后方可进入下一道工序,并在明显位置设置验收标识牌。

灰色关联法分析结果可得,对提升水利工程施工企业危险性较大的单项工程安全风险管控能力的6个方案,管理措施的关联度最高,为0.8324,其次为工程技术措施,为0.7557。施工企业在强化防范机制,落实风险分级管控责任时,应优先落实管理措施,制定安全管理制度和操作规程,落实危险作业许可,合理调控作业时间,减少暴露时间,加强现场监测监控和巡查,对处于同一岗位、同一作业场所、同一工序内相互影响的不同单位和作业人员,签订安全管理协议明确各自职责和义务;其次,应严格落实工程技术措施,按照国家有关法律法规、标准和设计规范的规定,遵循“针对性、可操作性、经济合理性”的原则,强化现场安全防护、安全监测、安全预警,按照消除、预防、减弱、隔离、联锁、警告的顺序采取相应的工程技术措施。然而,很多施工企业在现场安全技术措施的投入上能省则省,酿成事故惨剧后才去补救。因此,如何引导企业自觉地对现场安全设施进行投入,把安全投入与经济效益有效挂钩,仍需要进行深层次探索与研究。

本文将层次分析法和灰色关联法引入水利工程施工企业的风险管控与能力提升中来,消除了专家评判的主观因素,寻求系统中各子系统之间的数值关系,使得操作过程更加客观、准确、真实。同时结合事故致因理论,从水利安全生产风险管控“六项机制—防范机制”的“风险公告措施”“工程技术措施”“管理措施”“教育培训措施”“个体防护措施”“应急措置措施”6个方面提出提升水利工程施工企业危险性较大单项工程安全风险管控能力提升的方案,为水利工程施工企业强化安全风险管控能力提供了理论依据。

参考文献:

- [1] 田贺.长江航道水利整治工程施工风险管控[J].珠江水运,2021(1):71-72.
- [2] 李爱军.中西非地区大型河口疏浚工程风险管控实践——以喀麦隆杜阿拉港航道疏浚工程项目为例[J].经营与管理,2018(4):122-124.
- [3] 安辉.六项机制在潘家口水库工程风险管控中的应用[J].海河水利,2024(增刊1):35-38.
- [4] 丁芳.分析水利施工管理中存在的安全风险及改进措施[J].居业,2021(8):131-132.