

中文引用格式:陈成,王华,李强.基于AHP的火电企业安全管理风险评价及预警研究[J].中国安全科学学报,2024,34(增刊1):8-13.

英文引用格式:CHEN Cheng, WANG Hua, LI Qiang. Research on risk assessment and early warning of safety management in thermal power enterprises based on AHP[J]. China Safety Science Journal, 2024, 34(S1):8-13.

# 基于 AHP 的火电企业安全管理风险 评价及预警研究\*

陈成 高级经济师, 王华 高级工程师, 李强 高级工程师  
(国家能源集团山东石横热电有限公司, 山东 肥城 271621)

中图分类号: X945

文献标志码: A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2024.S1.0005

**【摘要】** 为验证火电企业安全管理风险评估数据库及预警机制的科学合理性,实现火电企业安全风险可控在控,构建安全管理风险评价指标体系,建立火电企业安全管理风险评价模型,运用层次分析法(AHP)建模技术,分析评价指标体系,确定火电企业安全管理风险等级和权重,提出火电企业安全管理预警策略并且通过实例验证成果可靠性。结果表明:该安全管理风险评价数据库能够提前对可能发生的事故风险做出评估和预警并自动给出控制和纠正措施及方案,从而使事故消灭在萌芽状态之中,降低事故发生频率,提高安全生管理水。

**【关键词】** 火电企业; 安全管理; 风险评价; 层次分析法(AHP)建模; 预警研究

## Research on risk assessment and early warning of safety management in thermal power enterprises based on AHP

CHEN Cheng, WANG Hua, LI Qiang

(Shandong Shiheng Thermal Power Co., Ltd., CHN ENERGY Investment Group Co., Ltd,  
Feicheng Shandong 271621, China)

**Abstract:** In order to verify the scientific rationality of the risk assessment database of safety management and early warning mechanism for thermal power enterprises and achieve the controllability of safety risks in thermal power enterprises, an indicator system of safety management risk assessment was constructed, and an evaluation model for safety management risks in thermal power enterprises was established. The AHP modeling was used to analyze and evaluate the indicator system and determine the safety management risk level and weights for thermal power enterprises. Early warning strategies for safety management in thermal power enterprises were proposed, and the reliability of the results was validated through examples. The results show that the risk assessment database of safety management can assess and warn of potential accident risks in advance and automatically provide control and corrective measures and plans, thereby eliminating accidents in their early stages, reducing the frequency of accidents, and improving the level of safety production management.

**Keywords:** thermal power enterprise; safety management; risk assessment;  
analytic hierarchy process (AHP) modeling; early warning research

# 0 引言

从源头上防范化解各类安全风险,提升本质安全水平,建立“风险辨识—风险评价—风险控制—持续改进”的风险分级管控体系,规范风险辨识和风险评价,同时,建立健全风险数据库,落实风险分级管控责任、方案、措施,强化重大风险、较大风险管控,夯实安全生产风险管控工作基础,对于火电企业安全生产管理具有重要意义。

火电企业是技术密集型企业,同时又属于高风险企业,存在各类事故风险,如触电、机械伤害、中毒窒息等,必须加以重点监督。尽管现有企业安全生产管理研究相对比较广泛,但是火电企业的专项研究较为缺乏,研究理论不足<sup>[1]</sup>。而且,火力发电行业具有一定技术壁垒性,这在一定程度上影响了对火电企业安全生产管理研究的准确性与科学性。

为了实现火电企业安全管理风险可控在控,笔者基于层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 建模技术,梳理火电企业安全管理风险评估方案及预警机制<sup>[2]</sup>。首先,统计分析火电企业检修运行作业活动、设备故障、区域环境、管理活动中的风险作业,探讨火电企业安全风险的分类,包括检修、运行作业活动清单、检修作业活动风险评估数据库表单、运行作业活动风险评估数据库表单、设备故障风险评估数据库表单、区域环境风险评估数据库表单、管理活动风险评估数据库表单、高风险作业清单等。然后,运用 AHP 建模技术构建三级安全管理风险评价指标体系表,划分为检修作业活动风险评估、运行作业活动风险评估、设备故障风险评估、区域环境风险评估、管理活动风险评估等指标体系,建立火电企业安全管理风险评价模型<sup>[3-4]</sup>,按照风险级别区分低、中、高风险属性和预警级别,并提出火电企业安全管理预警机制方案。该安全管理风险防控方案可提前对可能发生的事故风险做出评估和预警,且会自动给出控制和纠正措施及方案,从而使事故消灭在萌芽状态之中,降低事故发生的概率,提高安全生产管理水平。

## 1 火电企业安全管理风险评价模型

火电企业安全管理风险评价指标体系是构建安全管理风险评价模型的关键和依据。风险评价指标体系构建的科学合理才能保证模型的精准到位和切合实际,从而保证评价火电企业安全管理风险评价水平,保证火电企业安全管理风险评价的完整性和

适用性,促进火电企业安全管理工作的顺利进行。在火电企业安全管理评价指标体系构建中,主要以火电企业安全管理风险分类内容为依据。火电企业安全管理风险可以分为一级目标指标、二级风险指标、三级风险子指标,风险评价指标体系见表 1。

表 1 火电企业安全管理风险评价指标体系  
Table 1 Risk assessment indicator system of safety management for thermal power enterprises

一级指标	二级指标	三级指标	影响因素
火电企业安全管理风险 a	检修作业活动风险 b <sub>1</sub>	锅炉专业活动风险 c <sub>11</sub> 灰硫专业活动风险 c <sub>12</sub> 汽机专业活动风险 c <sub>13</sub> 电气专业活动风险 c <sub>14</sub> 热工专业活动风险 c <sub>15</sub> 燃料专业活动风险 c <sub>16</sub>	(1) 员工技术操作水平 (2) 安全意识评价 (3) 技能培训情况 (4) 工作态度评价
	运行作业活动风险 b <sub>2</sub>	常规操作活动风险 c <sub>21</sub> 专项操作活动风险 c <sub>22</sub> 定期切换与试验风险 c <sub>23</sub> 紧急隔离操作活动风险 c <sub>24</sub> 巡检作业活动风险 c <sub>25</sub>	(1) 设备运行率 (2) 事故预案准备情况 (3) 工作日志审查 (4) “三票三制”执行情况
	设备故障风险 b <sub>3</sub>	低风险 c <sub>31</sub> 较低风险 c <sub>32</sub> 中风险 c <sub>33</sub>	(1) 设备损坏情况 (2) 环境污染情况 (3) 影响机组安全 (4) 人身安全
	区域环境风险 b <sub>4</sub>	高温、噪音风险 c <sub>41</sub> 空气流通风险 c <sub>42</sub> 高处作业风险 c <sub>43</sub> 有限空间风险 c <sub>44</sub> 氨气、尿素泄漏污染风险 c <sub>45</sub> 尘肺病风险 c <sub>46</sub>	(1) 机械伤害情况 (2) 煤工尘肺情况 (3) 中暑情况 (4) 噪声聋情况 (5) 雷雨等恶劣天气
	管理活动风险 b <sub>5</sub>	日常管理风险 c <sub>51</sub> 现场管理风险 c <sub>52</sub> 夜间及双休日管理风险 c <sub>53</sub>	(1) 安全管理制度建设情况 (2) 工作责任划分 (3) 制度落实情况 (4) 组织体系建设
	公司高风险 b <sub>6</sub>	较大风险 c <sub>61</sub> 重大风险 c <sub>62</sub> 高风险 c <sub>63</sub>	(1) 触电、机械伤害、中毒与窒息等 (2) 火灾、脚手架垮塌、高空坠落、机械伤害等 (3) 物体打击、起重伤害、灼烫、辐射、环境污染等

依据该指标体系能建立火电企业安全管理风险评价模型(图 1)。借助集团企业资源计划(Enterprise Resource Planning, ERP)系统中的安全管理信息子

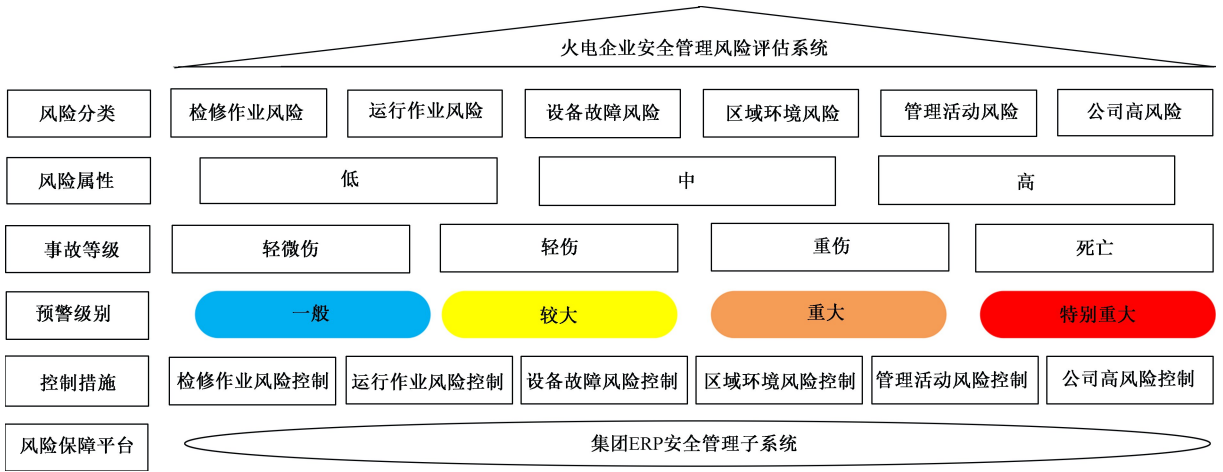


图1 火电企业安全管理风险评价模型

Fig.1 Risk assessment model of safety management for thermal power enterprises

系统,企业能通过风险评价模型明确企业发展中存在的风险等级情况<sup>[5]</sup>。

## 2 基于 AHP 的风险指标权重确定

在风险指标权重确定中需要根据 AHP 的相关步骤开展工作。邀请专家和火电公司工作管理人员共计 20 名,对文中确定的风险指标打分,以此确定不同指标的分配情况。首先,对指标体系中的一、二、三级指标分别打分;然后,通过计算确定指标体系中一级指标、二级指标、三级指标的权重<sup>[6]</sup>。根据计算结果最终排序,由此确定不同指标的综合权重值。在工作人员和学者打分后,对所有得分取平均值,最终得到一级指标  $a$  的评价矩阵,见表 2。

表 2  $a$  评价矩阵

Table 2  $a$  evaluation matrix

$a$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	权重 $W$
$b_1$	1	1	2	3	3	2	0.269 48
$b_2$	1	1	2	3	3	2	0.269 48
$b_3$	1/2	1/2	1	2	2	1	0.148 63
$b_4$	1/3	1/3	1/2	1	1	1/2	0.818 9
$b_5$	1/3	1/3	1/2	1	1	1/2	0.818 9
$b_6$	1/2	1/2	1	2	2	1	0.148 63

根据表 2 结果分析各个指标的权重<sup>[7]</sup>,指标体系中的一级指标权重  $W$  分别为: 0.269 48、0.269 48、0.148 63、0.818 9、0.818 9、0.148 63。最大特征根  $\lambda_{\max} = 6.018$ 。根据 AHP 计算,确定一致性指标  $CI$  和一致性比率  $CR$  为:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.004 \quad (1)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.003 < 0.1 \quad (2)$$

式中:  $RI$  为平均一致性指标;  $n$  为指标矩阵的维度。

因此,一级指标评价矩阵、权重均有效,通过一致性检验,可进行下一步应用。

二级指标  $b_1$  的评价矩阵见表 3。最大特征根  $\lambda_{\max} = 6.081$ , 指标体系中的二级指标权重  $W_1$  分别为: 0.199 72、0.99 86、0.199 72、0.162 68、0.112 68、0.225 36。根据 AHP 计算,确定  $CI$  为 0.016,  $CR$  为 0.013, 小于 0.1。因此,该二级指标评价矩阵、权重均有效,通过一致性检验,可进行下一步应用。

表 3  $b_1$  评价矩阵

Table 3  $b_1$  evaluation matrix

$b_1$	$c_{11}$	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{14}$	$c_{15}$	$c_{16}$	$W_1$
$c_{11}$	1	2	1	1	2	1	0.199 72
$c_{12}$	1/2	1	1/2	1/2	1	1/2	0.998 6
$c_{13}$	1	2	1	1	2	1	0.199 72
$c_{14}$	1	2	1	1	1	1/2	0.162 68
$c_{15}$	1/2	1	1/2	1	1	1/2	0.112 68
$c_{16}$	1	2	1	2	2	1	0.225 36

二级指标  $b_2$  的评价矩阵见表 4。最大特征根  $\lambda_{\max} = 5$ , 指标体系中的二级指标权重  $W_2$  分别为: 0.333 33、0.111 11、0.111 11、0.111 11、0.333 33。根据 AHP 计算,确定  $CI$  为 0,  $CR$  为 0, 小于 0.1。因此,该二级指标评价矩阵、权重均有效,通过一致性检验,可进行下一步应用。

二级指标  $b_3$  的评价矩阵见表 5。最大特征根  $\lambda_{\max} = 3.009$ , 指标体系中的二级权重  $W_3$  分别为: 0.163 78、0.297 26、0.538 96。根据 AHP 计算,确定  $CI$  为 0.005,  $CR$  为 0.009, 小于 0.1。因此,该二

表 4  $b_2$  评价矩阵

Table 4  $b_2$  evaluation matrix

$b_2$	$c_{21}$	$c_{22}$	$c_{23}$	$c_{24}$	$c_{25}$	$W_2$
$c_{21}$	1	3	3	3	1	0.333 33
$c_{22}$	1/3	1	1	1	1/3	0.111 11
$c_{23}$	1/3	1	1	1	1/3	0.111 11
$c_{24}$	1/3	1	1	1	1/3	0.111 11
$c_{25}$	1	3	3	3	1	0.333 33

表 5  $b_3$  评价矩阵

Table 5  $b_3$  evaluation matrix

$b_3$	$c_{31}$	$c_{32}$	$c_{33}$	$W_3$
$c_{31}$	1	1/2	1/3	0.163 78
$c_{32}$	2	1	1/2	0.297 26
$c_{33}$	3	2	1	0.538 96

级指标评价矩阵、权重均有效,通过一致性检验,可进行下一步应用。

二级指标  $b_4$  的评价矩阵见表 6。最大特征根为  $\lambda_{\max} = 6.252$ , 指标体系中的二级指标权重  $W_4$  分别为: 0.266 6、0.922 4、0.115 07、0.106 3、0.119 2、0.300 58。根据 AHP 计算,确定 CI 为 0.05, CR 为 0.04, 小于 0.1。因此,该二级指标评价矩阵、权重均有效,通过一致性检验,可进行下一步应用。

表 6  $b_4$  评价矩阵

Table 6  $b_4$  evaluation matrix

$b_4$	$c_{41}$	$c_{42}$	$c_{43}$	$c_{44}$	$c_{45}$	$c_{46}$	$W_4$
$c_{41}$	1	3	2	2	5	1/2	0.266 6
$c_{42}$	1/3	1	1	1	1/2	1/3	0.922 4
$c_{43}$	1/2	1	1	1	1	1/2	0.115 07
$c_{44}$	1/2	1	1	1	1	1/3	0.106 3
$c_{45}$	1/5	2	1	1	1	1/2	0.119 2
$c_{46}$	2	3	2	3	2	1	0.300 58

二级指标  $b_5$  的评价矩阵见表 7。最大特征根  $\lambda_{\max} = 3.009$ , 指标体系中的二级指标权重  $W_5$  分别为: 0.538 96、0.297 26、0.163 78。根据 AHP 计算,确定 CI 为 0.005, CR 为 0.009, 小于 0.1。因此,该二级指标评价矩阵、权重均有效,通过一致性检验,可进行下一步应用。

表 7  $b_5$  评价矩阵

Table 7  $b_5$  evaluation matrix

$b_5$	$c_{51}$	$c_{52}$	$c_{53}$	$W_5$
$c_{51}$	1	2	3	0.538 96
$c_{52}$	1/2	1	2	0.297 26
$c_{53}$	1/3	1/2	1	0.163 78

二级指标  $b_6$  的评价矩阵见表 8。最大特征根  $\lambda_{\max} = 3.009$ , 指标体系中的二级指标权重  $W_6$  分别为: 0.163 78、0.297 26、0.538 96。根据 AHP 计算,确定 CI 为 0.005, CR 为 0.009, 小于 0.1 因此,该二级指标评价矩阵、权重均有效,通过一致性检验,可进行下一步应用。

在完成权重打分工作后,确定火电企业安全管理风险指标中不同指标的权重情况。权重确定后,根据权重标准对表 2 中指标打分,以此确定火电企业的安全管理风险情况,最终确定火电企业安全管理风险的综合评价结果<sup>[8-9]</sup>。

表 8  $b_6$  评价矩阵

Table 8  $b_6$  evaluation matrix

$b_6$	$c_{61}$	$c_{62}$	$c_{63}$	$W_6$
$c_{61}$	1	1/2	1/3	0.163 78
$c_{62}$	2	1	1/2	0.297 26
$c_{63}$	3	2	1	0.538 96

文中主要通过评分方法判定火电企业安全管理风险的情况。打分中根据二级指标内容确定分数,分数大小为 1~5 分<sup>[9-10]</sup>。文中将指标打分的集合确定为  $N$ , 最终结果为矩阵相乘,而最终评价结果  $B = N \times W$ , 从而确定火电企业安全管理风险评估中指标安全水平结果为:

$$B = [b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6] \times [W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6]^T \quad (3)$$

根据  $B$  值,可以确定火电企业安全管理风险等级<sup>[11-13]</sup>, 见表 9。

表 9 火电企业安全管理风险等级

Table 9 Safety management risk levels for thermal power enterprises

等级	一级	二级	三级	四级	五级
得分	4.1~5	3.1~4	2.1~3	1.1~2	<1
评价	优秀	良好	合格	基本合格	不合格

### 3 火电企业安全管理预警策略及实证

#### 3.1 检修作业活动风险预警策略

针对锅炉专业、灰硫专业、汽机专业、电气专业、热工专业、燃料专业,辨识人、物、环、管等危险有害因素,分析评价危害后果的可能性、风险程度、事故类型;归纳和总结以往不安全事件教训及经验,纳入安全风险数据库;提出主要预防措施及行为准则。

根据不同工作任务的需要全面考核企业员工,

保证企业员工具备专业技术水平,可以顺利完成发电企业中的工作任务<sup>[14-18]</sup>。

### 3.2 运行作业活动风险预警策略

针对常规操作、专项操作、定期切换与试验、紧急隔离操作、巡检作业等作业活动,辨识人、物、环、管等危险有害因素,分析评价危害后果的可能性、风险程度、事故类型;归纳和总结以往不安全事件教训及经验,纳入安全风险数据库;提出主要预防措施及行为准则。

### 3.3 设备故障风险预警策略

按照系统、设备、部件划分系统设备,按照故障现象和故障原因,识别系统设备故障,从人身或设备、系统或环保等方面分析危害后果,从发生可能性、风险程度、可能产生的影响等方面评估风险。

主要管理措施及技术标准包括日常巡查、定期维护、定期检修等。应急预控措施包括发生人身伤害时,立即停工,采取有效措施救治伤员并打急救电话;执行现场机械伤害应急处置卡等。

### 3.4 区域环境风险预警策略

针对区域名称、布置地点、涉及的主要设备或系统,从危险有害因素、风险危害类别等方面评估风险,其中危险有害因素包括能量源或危险介质、物、环境、不安全状态;风险危害类别包括安全、健康、环境。从危害后果、发可能性、风险程度等方面评价区域环境风险。

主要控制措施及行为标准包括执行工作票制度和现场安全规程,执行风险控制卡,加强现场反违章自查自纠。

### 3.5 管理活动风险预警策略

通过设立管理子项,建立健全并落实本公司全员安全生产责任制,组织制定并实施本公司安全生产规章制度和操作规程,确定符合条件的安全生产分管负责人或者安全总监、技术负责人,依法设置安全生产管理机构并配备安全生产管理人员,落实本公司技术管理机构的安全职能并配备安全技术人员,召开安全生产专题会议,研究和审查有关安全生产的重大事项,协调本公司各相关机构安全生产工作事宜,接受工会、从业人员、股东对安全生产工作的监督。

主要控制和纠正措施包括该项管理活动的第一责任人组织公司各部门建立健全并落实本公司全员安全生产责任制;该项管理活动第一责任人的具体工作以任务方式布置给下一层级管理部门或下一级管理岗位,由下一级管理岗位负责工作任务的执行

或布置下发,执行集团公司、省级公司等安全生产工作规定,根据相关制度要求履行规定的职责、工作任务,上级对下级的监督、催促。监督、管理部门对管理活动的责任部门或岗位所进行的监察、督察并纠正偏差。

### 3.6 公司高风险预警策略

确定公司高风险作业活动或项目,明确涉及专业或岗位,认定高风险等级包括较大风险、重大风险、高风险。可能导致的事故类型包括火灾、中毒与窒息、脚手架垮塌、高空坠落、机械伤害、物体打击、大件起吊挤伤、中暑、噪声聋、触电、环境污染、中暑等。

针对以上风险,明确责任部门、责任人,保障体系管理人员见证签字,涉及岗位均应到场见证签字,管理人员包括生产副总经理(总工程师)、生产技术部主任(副主任)、生技部主管(专工)和责任部门主任(副主任)、专业专工(专责)。安全监督人员见证签字,涉及岗位均应到场见证签字。监督人员包括安监总监、安全环保部主任(副主任)(三级安全管理工程师)及部门专职安全员。

### 3.7 安全管理实证

在实际安全管理工作中,公司各级管理人员通过集团 ERP 系统中安全管理信息子系统每日填报和实时更新数据,导出的信息流和安全风险预警方案均针对企业安全状态和设备健康水平实时反馈和修定,具有较强的针对性和动态性,从而更具体、更及时、更快捷地指导和服务于企业安全生产管理工作。截止目前,公司已发布安全生产标准化建设简报 23 期,修订安全管理综合评价细则 1 860 项。今年以来,共检查现场安全文明生产问题 5 793 项,整改 3 572 项,考核 2 221 项。对照安全生产标准化综合评价细则表格化清单逐项梳理资源与支持要素,对不符合标准化要求的要素列出清单,制定详细整改时间节点计划并督促责任部门执行整改工作。通过线上线下协调配合,能够实现企业安全管理可控在控,具备一定的有效性。

## 4 结 论

1) 从 6 个主要因素方面建立企业安全管理风险评价模型,结合 AHP,提出火电企业安全管理风险指标评价表。

2) 利用安全生产管理数据库建立风险评估指标体系,能够分析评价评估各指标体系风险程度,得出各指标权重及火电企业安全管理风险等级。

3) 结合火电企业安全管理实际,验证所提出的方法,结果表明:所提出的安全管理风险评价数据库能够实现企业安全管理可控在控,具备一定的有效性。

### 参 考 文 献

- [1] 李蓉,周帆,贺牧,等. 风险控制和风险评估背景下电力安全管理的策略探讨[J]. 电力设备管理, 2021(2): 89-91.
- [2] 王生辉. LH 电厂安全生产管理的风险评估及对策研究[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2021.  
WANG Shenghui. Research on risk assessment and countermeasures of safety production management of LH power plant[D]. Huainan: Anhui University of Science and Technology, 2021.
- [3] 程方明,王琛琛,袁晓芳. 安全发展视角下城市应急管理评估[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(5): 158-167.  
CHENG Fangming, WANG Chenchen, YUAN Xiaofang. Evaluation of urban emergency management capabilities from perspective of safe development[J]. China Safety Science Journal, 2023, 33(5): 158-167.
- [4] 范海东. 基于 AHP 的发电企业信息安全风险评价及控制策略研究[J]. 通讯技术, 2019, 52(11): 2 791-2 797.  
FAN Haidong. AHP-based infosec risk assessment and control strategy for power generation enterprises [J]. Communication Technology, 2019, 52(11): 2 791-2 797.
- [5] 孟炜,李巍,杨建民. 在电力生产管理中运用风险控制的思考[J]. 内蒙古电力技术, 2004(5): 13-19, 31.  
MENG Wei, LI Wei, YANG Jianmin. Consideration for application of risk control to administration of electric power production[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2004 (5): 13-19, 31.
- [6] 张鑫,刘文霞,黄宇峰,等. WAMS 信息安全风险评估[J]. 现代电力, 2010, 27(1): 61-66.  
ZHANG Xin, LIU Wenxia, HUANG Yufeng, et al. Information security and risk assessment of WAMS system[J]. Modern Electric Power, 2010, 27 (1): 61-66.
- [7] 李秋霞,陈阳. 基于层次分析法的企业实施 ERP 项目风险评估研究[J]. 价值工程, 2010(8): 96-97.  
LI Qiuxia, CHEN Yang. Research on risk assessment of the enterprise' execution of ERP project based on AHP[J]. Value Engineering, 2010(8): 96-97.
- [8] BRADFORD P G, MIRANTI P J. Information in an industrial culture: walter A. shewhart and the evolution of the control chart, 1917-1954[J]. Information & Culture, 2019, 54(2): 179-219.
- [9] 胡杰. 安全评估法中要素量化标准的建立与探讨[J]. 现代电子技术, 2014, 37(8): 88-90.  
HU Jie. Establishment and discussion of quantitative criteria for primary factors in safety assessment method[J]. Modern Electronics Technology, 2014, 37(8): 88-90.
- [10] 梁洪涛,王大萌,黄俊强,等. 信息安全风险评估规范在电子政务中的应用[J]. 信息技术, 2007, 31(7): 133-135.
- [11] 臧成君,瞿园,高旭. 基于风险管控的煤矿安全绩效评估方法[J]. 中国安全科学学报, 2022, 32(增 1): 29-33.  
ZANG Chengjun, QU Yuan, GAO Xu. Coal mine safety performance assessment methods based on risk management and control[J]. China Safety Science Journal, 2022, 32(S1): 29-33.
- [12] 苏继红. 标准化建设提升发电企业安全管理水平[J]. 中国新通信, 2019, 21(23): 146.
- [13] 李宏亮,王博,吕冷圻,等. 风险管理在电力安全管理中的运用策略[J]. 大众标准化, 2020(14): 177-178.
- [14] 秦东,李明,朱惠利. 谈风险管理在电力管理中的应用[J]. 数字通信世界, 2019(10): 254.
- [15] 冯创军. 火力发电工程现场安全管理浅谈[J]. 中国电力教育, 2011(15): 58-59.
- [16] 刘径恒,李洁. 探究风险管理在电力安全生产管理中的应用[J]. 通讯世界, 2019, 26(9): 254-255.
- [17] 姬芸倩. 风险管理在电力安全生产管理中的应用[J]. 企业改革与管理, 2017(13): 41.
- [18] 郭建涛. 基于本质安全的电力企业高危作业管控体系研究[J]. 管理观察, 2017(16): 47-49.

作者简介: 陈成 (1969—),男,山东泰安人,硕士,高级经济师,主要从事发电企业管理信息化、安全文化、智慧企业建设等方面的工作。E-mail:ccvv168@163.com。

