

赵开功. 大型综合能源集团健康企业评价体系研究[J]. 安全与环境学报, 2026, 26(6): 2371–2379.

ZHAO K G. Research on the health enterprise evaluation system for large-scale integrated energy groups[J]. Journal of Safety and Environment, 2026, 26(6): 2371–2379.

大型综合能源集团健康企业评价体系研究*

赵开功

(国家能源投资集团有限责任公司安全环保监察部, 北京 100011)

摘要:在“健康中国”战略深入实施背景下,针对现有健康企业研究局限于单一场景的问题,融合云模型和层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP),构建包含管理制度、健康环境、健康管理与服务、健康文化4项一级指标及23项二级指标的多维度评价体系,通过云模型的期望(E_e)、熵(E_n)、超熵(H_e)实现定性概念与定量数据的精准映射,结合AHP专家赋权优化权重,并以国家能源集团下属56家子分公司为案例验证模型有效性。结果表明:模型解释力达83% (调整 $R^2=0.83$),健康管理与服务($\beta=0.42$)和管理制度($\beta=0.31$)为核心驱动因素,煤炭产业企业得分率最高(90.9%)、运输产业企业最低(89.0%),健康检查分类管理缺失(94.6%)等为共性问题;提出了优级单位强化动态监测、良级单位优化检查流程、一般产业单位完善制度与经费保障的分级策略,为企业健康管理提供了一个可行性工具,也可作为其他多业态大型企业集团健康企业建设的参考路径。

关键词:安全卫生工程技术;健康企业;云模型;层次分析法;评价体系

中图分类号:X92;N93

文献标志码:A

文章编号:1009-6094(2026)06-2371-09

DOI: 10.13637/j.issn.1009-6094.2025.1518

0 引言

2017年10月,中国共产党第十九次全国代表大会提出了“健康中国战略”,为新时代健康企业建设和职业病防治指明了方向。现阶段,我国存在职业病的企业超过90%,随着慢性病年轻化趋势加剧,企业健康管理成为“健康中国”战略的重要环节^[1]。近2亿劳动者接触职业危害因素^[2],员工健康直接影响生产安全与效率。国家卫健委2025年4月28日发布会披露,全国已有17万余家企业完成职业病危害专项治理^[3]。

研究者从不同角度对职业安全健康的影响因素进行了探讨。2022年, Singh等^[4]首次提出数据驱动方法,用于定量评估风险控制系统(Risk Control System, RCS)有效性并识别无效的绩效影响因素(Performance Influencing Factor, PIF)。Ma等^[5]建立了结合人为因素分析和分类系统(Human Factors Analysis and Classification System, HFACS)、模糊集理论(Fuzzy Set Theory, FST)和贝叶斯网络(Bayesian Network, BN)的混合方法,以识别和监测导致危害的人为因素。崔义等^[6]基于24Model提出安全文化提

升方法,验证了该方法在我国的适用性。高振兴等^[7]基于安全管理系统过程“四因素”理论,构建了熵值法与突变理论耦合的健康评估模型。李东印等^[8]剖析综采安全系统特征,从人、机、环、管4个方面选取指标并建立安全评价体系,用熵权-可拓理论量化评估安全等级。2024年,宋伟峰等^[9]为切实贯彻“健康中国”战略,依托企业自身特点,结合产业标准对健康食堂建设进行了多维度、多层次评估,运用层次分析法确定指标权重,为集团所属基层单位健康企业示范性建设探索新途径。

目前,研究多聚焦于单一场景,缺乏系统性健康企业集团构建方法。本文结合云模型和层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)方法,构建多维度健康企业评价体系,选择国家能源投资集团有限责任公司所属56家子公司为样本,验证模型的有效性,以期大型综合能源集团健康企业建设和管理探索可行性路径和方法。

1 研究方法

1.1 云模型评价法

云模型是实现定性概念与定量分析之间不确定

* 收稿日期: 2025-09-04

作者简介: 赵开功, 高级工程师, 博士, 从事应急救援、职业健康、安全信息化和安全生产理论与技术研究, smilelevel@163.com。

基金项目: 应急管理重点科技计划项目(2024EMST121201)

性转换的核心数学工具,通过期望 E_x 、熵 E_n 和超熵 H_e 三个核心数字特征构建完整的量化表征机制,分别对应刻画自然语言中模糊语义概念的典型中心值、概念模糊度和离散波动程度,为模糊定性概念的定量化表达提供了标准化的数学实现路径。该模型通过构建概念的定性语义与数值度量间的映射关系,将评价者主观、模糊的判断(如“制度较完善”)转化为带有概率分布特征的定量云滴,从而实现对模糊概念随机性与模糊性的统一描述与精确计算。云模型通过期望(E_x , 概念重心)、熵(E_n , 概念模糊度)和超熵(H_e , 概念稳定性)3个数字特征,系统性表征模糊概念的随机性与耦合特征。期望(E_x)代表对应评价等级的标准分值中心,通常取该等级得分区间的中值,以反映概念的核心理念;熵(E_n)表征概念的模糊度与可接受范围,取值基于该等级得分区间的宽度与专家对评分模糊性的经验判断;超熵(H_e)反映熵的不确定性,即云滴的离散程度,设定综合考虑了专家对评价结果稳定性的预期及预研数据的波动特性。

云模型中最常用的是正态云模型,其确定度函数为

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-E_x)^2}{2E_n^2}} \quad (1)$$

式中 x 为论域中的具体数值; $\mu(x)$ 表示 x 对定性概念的确定度。

综合确定度为

$$C = \sum_{i=1}^n \omega_i \mu_i(x) \quad (2)$$

式中 ω_i 为第 i 个评价指标的权重; μ_i 为第 i 个指标对定性概念的确定度。

1.2 评价指标体系设计

构建包含4项一级指标及23项二级指标的评价指标体系^[8-9],如图1所示。

评价体系总分为1000分,其中管理制度180分、健康环境220分、健康管理与服务450分、健康文化150分,分值设定依据国家卫生健康委《健康企业建设规范(试行)》。为统一量纲以便于指标间的横向比较及云模型计算,后续分析将各项指标得分统一转换为百分制,转换方式为:百分制得分=(该项指标原始得分/该项指标满分值)×100。以综合评价得分为例,若某企业按本体系评定的原始总分为850分,则转换后的百分制得分为85分,后续云模型评价等级基于百分制得分进行判定。

(1)管理制度(180分)。要求成立健康企业领导小组,配备专职人员;制定健康企业工作规划、年

度计划及实施方案,设立健康企业专项经费、全员参保工伤保险等。管理制度包括组织与人员保障、制度保障、经费保障、合同与参保4项二级指标。

(2)健康环境(220分)。要求生产布局合理,噪声、粉尘等职业病危害因素环境达标,食堂、卫生间等场所卫生达标;定期开展病媒生物防治,配备急救药品、喷淋洗眼器等应急设备。

(3)健康管理与服务(450分)。要求职业病防护设施有效运行,规范开展岗前、岗中、离岗职业健康检查,制定员工年度健康检查计划,对员工健康数据进行动态分析;针对高危人群开展健康指导,将劳务派遣人员纳入统一健康管理体系等。

(4)健康文化(150分)。要求开展健康知识讲座、发放健康手册,组织工间操、健步走等活动,将健康理念融入企业文化,参与社会公益活动等。健康文化包括健康促进与教育、健康活动参与、企业文化融合、社会责任履行4项二级指标。

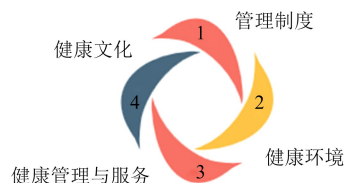


图1 健康企业评价体系指标

Fig.1 Indicators of the healthy enterprise evaluation system

1.3 基于AHP的权重确定

邀请10名专家对指标重要性进行评分,受邀专家均具备高级职称,专业领域覆盖职业健康、安全管理、环境工程及企业运营管理,以确保判断的全面性。专家打分过程独立进行,并通过两轮反馈对初步结果进行讨论和修正。构建判断矩阵,通过一致性检验[一致性比率(Consistency Ratio, CR) < 0.1时判断矩阵逻辑一致性达标,权重分配有效],得出最终权重分配(见表1)。

2 云模型构建

2.1 评价等级与标准云参数

定义健康企业评价等级为5级(优、良、中、合格、差),通过云模型数字特征实现定性概念与定量数据的映射。以“心理健康服务”为例,得出如表2所示的标准云参数。

2.2 数据收集与预处理

以某子公司“心理健康服务”得分为82分为例,进行归一化处理,若总分为100分,则归一化值为

表 1 健康企业评价二级指标权重分配

Table 1 Weight distribution of secondary indicators for healthy enterprise evaluation

一级指标	一级指标权重	二级指标	二级指标权重	综合权重(一级指标权重×二级指标权重)
管理制度	0.18	1. 组织与人员保障	0.40	0.072
		2. 制度保障	0.35	0.063
		3. 经费保障	0.15	0.027
		4. 合同与参保	0.10	0.018
健康环境	0.22	5. 一般环境	0.25	0.055
		6. 工作场所环境	0.30	0.066
		7. 卫生设施	0.20	0.044
		8. 控烟管理	0.10	0.022
		9. 防病媒生物	0.10	0.022
		10. 应急设施	0.05	0.011
健康管理与服务	0.45	11. 职业健康管理	0.20	0.090
		12. 职业健康监护	0.15	0.067 5
		13. 慢性病管理	0.10	0.045
		14. 健康检查与档案	0.10	0.045
		15. 传染病防控	0.10	0.045
		16. 心理健康服务	0.15	0.067 5
		17. 健康风险评估	0.10	0.045
		18. 健康干预措施	0.05	0.022 5
		19. 外包人员管理	0.05	0.022 5
健康文化	0.15	20. 健康促进与教育	0.40	0.060
		21. 健康活动参与	0.30	0.045
		22. 企业文化融合	0.20	0.030
		23. 社会责任履行	0.10	0.015

表 2 “心理健康服务”的标准云参数

Table 2 Standard cloud parameters for “mental health service”

等级	E_x	E_n	H_e	对应得分区间
优	95	3	0.5	[90, 100]
良	85	4	0.6	[80, 90)
中	75	5	0.7	[60, 80)
合格	65	6	0.8	[50, 60)
差	55	7	0.9	[0, 50)

0.82。匹配标准云,0.82 属于“良”级(80 ~ < 90 分),对应 $E_x=85$ 、 $E_n=4$ 、 $H_e=0.6$ 。若某企业近 3 a

得分分别为 82、85、88,则计算过程如下。

(1) 计算期望 E_x 。期望 E_x 反映数据分布的中心趋势,可通过 3 a 得分的平均值计算,即

$$E_x = \frac{1}{3} \times (82 + 85 + 88) = 85$$

这表明该企业近 3 a“心理健康服务”得分的中心值为 85,与“良”级评价标准中的期望 E_x 相同,表明从整体平均水平来看,企业处于“良”级的中心位置。

(2) 计算熵 E_n 。用于衡量数据的离散程度。

$$E_n = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \times \frac{1}{3} \times (|82 - 85| + |85 - 85| + |88 - 85|) = 2.5$$

这意味着该企业近3 a“心理健康服务”得分的离散程度低于“良”级标准,数据相对更为集中、稳定。

(3) 计算超熵:反映了云滴的凝聚程度。

$$H_e = \sqrt{\frac{(82-85)^2 + (85-85)^2 + (88-85)^2}{3}} - 2.5^2 = 0.5$$

该子公司的超熵略小,意味着数据的凝聚性相对较好,在“心理健康服务”得分的稳定性上表现不错,与同等级标准相比,其得分的波动范围相对更集中。

3 应用案例分析

3.1 数据来源与处理

采用国家能源集团第3批健康企业评估数据,涵盖56家现场验收单位,其中33家单位同步参与了资料审查环节,以接受现场验收的56家单位作为研究样本。在数据清洗后,提取各指标得分率及扣分项,构建云模型输入矩阵,通过MATLAB生成各指标云图,如图2所示。

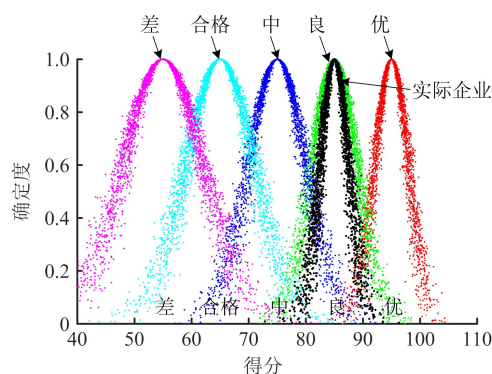


图2 健康企业综合得分云模型分布

Fig. 2 Distribution of cloud model for comprehensive score of the healthy enterprises

其中,15家企业评为“优”(得分 ≥ 950),占比26.8%;30家企业评为“良”(850 $\leq$ 得分 < 950),占比53.6%;10家企业评为“中”(750 $\leq$ 得分 < 850),占比17.8%;1家企业评为“合格”(600 $\leq$ 得分 < 750),占比1.8%。此处得分为各企业百分制,综合得分乘以10后的千分制总分,用于等级划分时呈现更细颗粒度。该百分制得分与后文提及的得分率均为各项指标原始得分经归一化转换后的百分制数值。等级划分标准为:百分制得分 ≥ 90 分为“优”,80分 $\leq$ 得分 < 90 分为“良”,60分 $\leq$ 得分 < 80 分为“中”,50分 $\leq$ 得分 < 60 分为“合格”,得分 < 50 分为

“差”。本批次56家企业最低得分位于“合格”区间,未出现“差”级企业。由此可见,大部分子公司处于“良”及以上水平,整体健康企业建设成果较为可观,但仍有提升空间^[10-13]。

(1) “优”级及“良”级中得分较高的企业(百分制综合得分 ≥ 90 分,即千分制 ≥ 900 分)。此类企业已具备较高的健康管理水平,但在细节管理或特定领域仍存在提升空间。例如:优势领域中多数接近“优”的子公司已在“健康管理与服务”和“管理制度”方面表现突出,如定期开展职业健康检查(得分率 $\geq 90\%$)、建立专项经费保障机制(得分率 $\geq 85\%$);部分企业在“健康文化”和“健康环境”中偶现短板,如健康宣教活动参与率不足(得分率 $\leq 70\%$)、工作场所应急设施更新滞后(得分率 $\leq 75\%$)^[14-15]。

这些企业的改进方向要侧重精准优化。针对薄弱指标制定专项提升计划,如引入数字化健康宣教平台,增加互动式培训课程,提升员工参与度;在动态监测上,利用物联网技术实时监测工作场所环境指标(如粉尘浓度、噪声水平),确保设施维护的及时性;对标学习过程中要与“优”级单位建立交流机制,借鉴其心理健康服务管理模式及健康文化融合经验^[16]。

(2) 未达“优”的企业(“良”级中得分较低者、“中”级及“合格”级)。此类企业需系统性提升健康管理能力,重点解决制度执行与资源分配问题。例如:制度可操作性低,部分企业应急预案缺乏具体操作流程(得分率 $\leq 60\%$),导致突发健康事件响应效率低下;健康检查流于形式,未按岗位风险分层管理(得分率 $\leq 55\%$),慢性病员工未获个性化干预;资源分配失衡,健康专项经费与职业病防治预算混用(得分率 $\leq 50\%$),削弱了健康管理的可持续性。

这些企业要在以下3个方面进行改进。在制度重构上修订健康管理制度,细化职责分工与执行标准,如明确应急预案中各环节责任人及响应时限;数据驱动管理中建立健康检查数据库,结合员工健康数据(如血压、血糖指标)实施分层干预,为高风险群体定制健康计划;在资源整合上设立独立健康管理预算,优先投入关键领域(如职业病防护设施升级、心理健康服务设施建设),并定期审计资金使用效率^[17-20]。

3.2 产业对比分析

分析各产业得分,能让各产业明确自身在健康企业建设中的优劣势。煤炭和化工产业可总结经

验,形成可复制模式供其他产业参考;运输产业单位则可针对问题进行改进,如优化工作调度、加强远程健康管理、完善检查培训机制等,以此推动各产业健康管理水平提升,共同迈向健康企业建设新高度^[19]。

煤炭产业企业得分率为 90.9%,居榜首。企业加大健康管理投入,不仅积极引入先进的防尘、降噪设备,优化通风系统,使作业环境安全达标;并提升员工自我防护能力。这些努力使煤炭产业企业在健康企业建设关键指标上表现优异,获得高分^[8]。

化工产业企业得分率为 89.6%,排名第二。化工企业构建了完善的安全管理和健康监护体系。在生产中,严格规范流程,加强化学品各环节管控;在保障员工健康方面,定期全面体检、建档,针对不同岗位开展防护培训。此外,持续加大研发投入,推进生产工艺绿色化改造,从源头减少有害物质产生与排放,从而取得较高分^[18]。

运输产业企业得分率为 89.0%,这源于其产业特性。运输企业工作场景分散,员工流动大,企业难以实时掌握员工状态,无法有效提供健康服务。而且员工工作时间不规律,易疲劳,企业在疲劳监测和休息安排上存在不足。加之工作地点频繁变动,员工参与职业健康检查和培训的积极性较低,这些因素导致其得分不高^[17]。

3.3 共性问题识别

通过云相似度与扣分项分析,识别 7 项共性问题(见表 3)。

表 3 各子公司共性问题

Table 3 Common problems of each subsidiary

共性问题	涉及企业数量	占比/%
心理健康服务设施利用率低	30	53.6
职业病防护设施维护不足	37	66.0
健康检查分类管理缺失	53	94.6
制度可操作性差	26	45.5
健康宣教形式单一	37	66.1
经费管理混乱	10	17.9
企业组织重视不足	23	41.0

(1)心理健康服务设施较少应用。53.6%的企业存在此问题。企业配备的设施未充分发挥作用,原因可能是宣传不足或管理缺失,导致员工在心理压力下难获支持。

(2)职业病防护设施维护不足。66.0%的企业

受此困扰。设备检修不及时,增加员工患职业病风险,还违反法规,可能是企业为省钱或缺乏维护机制。

(3)健康检查分类管理缺失。94.6%的企业存在该问题。健康检查后未对慢性病分层管理,无法为员工提供个性化健康干预,降低了检查价值。

(4)制度可操作性差。45.5%的企业制度存在问题。应急预案不明确责任人和流程,突发健康事件时企业难以有效响应,制度制定未考虑实际操作。

(5)健康宣教形式单一。66.1%的企业宣教方式单一,仅靠张贴海报,难以吸引员工,限制了员工获取健康知识,无法有效提升员工健康意识。

(6)经费管理混乱。受检企业中 17.9% 存在健康专项经费管理失序问题,突出表现为健康专项经费与职业病防治预算边界模糊、交叉混用,导致健康管理核心项目资金配置失衡;直接制约职业健康监护、防护设施升级等关键工作的有序推进,本质上折射出企业在健康财务专项管理机制上的规范性缺失。

(7)组织重视不足。41.0%的企业领导班子关注度不够,健康企业专题会议少。主要负责人重视程度影响资源投入和工作推进,重视不足会使健康管理工作的支持^[10]。

4 改进策略

4.1 分级管理策略

根据云模型结果,提出如图 3 所示的三级改进路径。

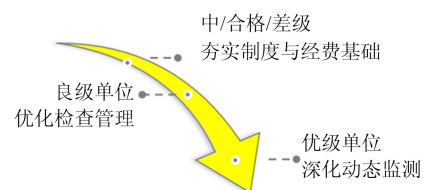


图 3 健康企业三级改进路径

Fig. 3 Three-level improvement path for healthy enterprises

根据云模型对健康企业的分级结果,为推动企业持续改进,实现健康管理水平提升,制定了三级改进路径,分别聚焦不同等级企业的关键问题与提升方向。

(1)优级单位要深化动态监测。优级单位应引入智能穿戴设备、环境传感器与心理健康平台,实现对心率、血压等员工关键生理指标,以及粉尘、噪声等工作环境数据及心理压力水平的实时采集。设立

动态风险阈值,一旦监测数据连续超标或异常波动,系统自动预警并触发干预流程,由健康管理员及时跟进、调整工作任务或提供心理咨询,从而实现对健康风险的精准防控与前置管理。

(2)良级单位要优化检查管理。良级单位需依据岗位职业病危害风险等级及员工既往健康档案,设计差异化的年度健康检查项目库,如高噪声岗位加强听力检查,粉尘岗位侧重肺功能检查。建立“一人一档”电子健康数据库,在体检后依据结果将员工划分为“健康”“慢性病风险”“需重点关注”等群体,并实施匹配的干预措施,如为高血压员工制定个性化运动与饮食建议,并为高风险群体安排季度随访,确保健康检查结果转化为具体的健康管理行动。

(3)中/合格/差级单位要夯实制度与经费基础。一般产业单位应优先修订《健康管理制度》与《突发健康事件应急预案》,明确文件中须包含从事件报告、现场处置到事后评估的全流程、各环节的责任部门与具体完成时限。同时,设立独立的“健康企业建设专项经费”科目,制定详细的年度预算与使用规范,确保资金定向用于最迫切的领域,如职业病防护设施升级、急救药品与设备补充、核心健康管理培训等,并建立经费使用效果的季度审计机制,从源头上保障健康管理工作的可持续性^[17]。

4.2 相关性分析

依据云模型评价结果,借助 Pearson 系数与多元回归,探究健康企业建设关键影响因素,分析 56 家子公司 4 项一级指标的相关性,如表 4 所示。

表 4 一级指标与总分的相关性分析

Table 4 Correlation analysis of the first-level indicators and total score

指标	相关系数(r)	显著性(p)
健康管理与服务	0.89	0.000
管理制度	0.78	0.000
健康环境	0.65	0.001
健康文化	0.54	0.012

通过对 56 家子分公司的 4 项一级指标得分进行相关性检验发现,健康管理与服务与总分的相关性最高,相关系数 $r = 0.89$,且 $p < 0.01$,这表明健康管理与服务是健康企业建设得分的核心驱动因素。该指标涵盖了职业病防护设施运行、职业健康检查、慢性病管理等多个关键方面,直接关系到员工的身体健康和工作效率。

管理制度和健康环境与总分显著正相关,管理制度 $r = 0.78$, $p < 0.01$,健康环境 $r = 0.65$, $p < 0.05$,表明完善的管理制度是优化健康环境的基础。合理的制度能规范企业的生产运营活动,促使企业加大在环境改善方面的投入,如确保生产布局合理、控制职业病危害因素等。

健康文化对总分的影响相对较弱, $r = 0.54$, $p < 0.05$,这意味着现阶段健康文化在健康企业建设中的作用尚未充分发挥出来,需要加强健康理念和方法宣教的创新性。

4.3 回归模型构建

为深入量化健康企业各管理维度对综合评分的影响,以总分为因变量,选取 4 项一级指标作为自变量,构建了如下多元线性回归模型。

$$Y = 0.42X_1 + 0.31X_2 + 0.18X_3 + 0.09X_4 \quad (3)$$

式中 Y 为健康企业评价总分; X_1 为健康管理与服务得分; X_2 为管理制度得分; X_3 为健康环境得分; X_4 为健康文化得分。

(1)健康管理与服务(0.42)。健康管理与服务对综合评分的正向影响最为显著,是企业健康建设的核心驱动力。该指标涵盖职业健康管理、健康检查与档案管理、健康干预措施等多个方面,直接关系到员工的身体健康和工作状态。

(2)管理制度(0.31)。企业完善的管理制度是企业有序开展健康管理工作的基础,为其他各项健康管理措施提供了制度保障和执行规范,从组织架构、人员配备到经费保障等各个环节进行约束和支持,在健康企业建设中凸显基础性作用。

(3)健康环境(0.18)和健康文化(0.09)。健康环境涉及工作场所的物理环境、卫生设施、防病媒生物等方面,良好的健康环境能够为员工提供舒适、安全的工作条件;健康文化则通过健康促进与教育、健康活动参与等方式,影响员工的健康意识和行为习惯。

(4)调整 $R^2 = 0.83$ 。这意味着模型可以解释总分 83% 的变异。这表明所选取的 4 项一级指标能够高度概括影响健康企业建设成效的主要因素,模型对实际数据的拟合效果较好。为检验模型的多重共线性,计算了各变量的方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF),其值均小于 3,远低于临界值 10,表明自变量间不存在高度相关性,回归结果稳定可靠。

(5)标准化系数(β)。健康管理与服务标准化系数最高($\beta = 0.42$),再次从标准化的角度验证

了该因素作为关键影响因素的地位。

4.4 实际应用意义

(1)分配优先。基于回归模型的结果,企业在推进健康企业建设过程中,应明确工作重点和优先级。首先,要着重强化健康管理与服务方面的工作,如加强职业健康监护,确保员工能够定期接受全面、专业的健康检查,及时发现潜在的健康问题;加大心理健康干预力度,设立专门的心理咨询室,配备专业的心理咨询师,为员工提供心理咨询和辅导服务,缓解工作压力,促进员工心理健康。其次,要对制度流程进行优化,如细化应急预案的责任分工和执行流程,确保在突发健康事件发生时,企业能够迅速、有序地做出响应。

(2)资源优化。鉴于健康文化的标准化系数($\beta = 0.09$)相对较低,表明该因素目前对健康企业建设的影响较弱。企业需要通过创新健康宣教形式来提升员工的参与度,充分挖掘健康文化的潜在价值。例如,举办各类互动性强的健康活动,如健康知识竞赛、健康主题讲座与现场答疑相结合等活动,激发员工主动学习健康知识的兴趣;利用数字化平台,如企业内部健康管理 APP,发布个性化的健康资讯、在线健康课程等,增强员工的认同感和参与度。

4.5 路径分析

用结构方程模型解析健康企业建设指标间的作用路径(见图4),以此全面揭示影响健康企业建设的内在机制,为企业优化健康管理策略提供精准指导。

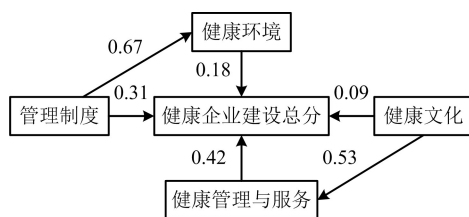


图4 健康企业建设影响因素路径分析

Fig.4 Path analysis of influencing factors in construction of healthy enterprises

(1)管理制度对总分的间接影响。管理制度通过正向影响健康环境间接提升总分,路径系数为0.67。企业完善的管理制度犹如企业健康管理的“指挥棒”,明确规定企业在环境管理方面的责任与规范。例如,制度中对生产布局合理性的要求,促使企业优化车间规划,减少工作区域的交叉干扰,降低事故风险;对职业病危害因素的控制标准,推动企业加大在环保设施上的投入,如安装先进的通风设备

以降低粉尘浓度、采用隔音降噪技术减少噪声污染等。这些举措直接改善了员工的工作环境,使健康环境指标得分提升,进而对企业健康建设总分产生积极影响。这充分说明,坚实的管理制度基础是打造良好健康环境的前提,而良好的健康环境又是提升企业整体健康水平的关键一环。

(2)健康文化对健康管理与服务的促进作用。积极向上的健康文化在企业内部营造出浓厚的健康氛围,其路径系数为0.53。通过举办各类健康知识讲座、开展健康主题活动等方式,员工会更加关注自身健康,主动配合企业的健康管理措施。如在健康文化的熏陶下,员工会更积极地参与职业健康检查,如实反馈自身健康状况;对于企业提供的健康干预措施,如慢性病管理计划、心理健康辅导等,也会更愿意接受并认真执行。

5 结 论

(1)构建了云模型与 AHP 耦合评价体系,通过云模型三数字特征(E_x 、 E_n 、 H_c)解决了健康管理中定性评价的模糊性问题,实现了“健康文化”和“制度保障”等抽象概念的定量化表征;借助 AHP 专家赋权,确保指标权重分配的科学性,显著降低主观偏差。模型调整 R^2 达 0.83,表明 4 项一级指标能解释 83% 的健康企业建设成效差异,为企业健康水平评估提供了可量化、可对比的框架。

(2)实证分析揭示了健康管理与服务是核心驱动因素(标准化系数 $\beta = 0.42$),该因素通过职业健康监护、心理健康干预等直接提升员工健康保障;管理制度($\beta = 0.31$)则通过规范经费使用、明确组织责任间接优化健康环境(路径系数 0.67),体现“制度先行”的基础性作用。产业对比显示煤炭产业企业因高环境治理投入得分领先(煤炭产业企业得分率最高 90.9%),运输产业单位因作业分散、员工流动性高得分较低(运输产业企业得分率最低 89.0%)。共性问题中,94.6% 的企业存在健康检查分类管理缺失、66.0% 的企业职业病防护设施维护不足。

(3)提出了三级改进路径。优级单位应利用智能设备强化心理健康与职业健康动态监测,构建风险预警机制;良级单位需基于员工健康数据优化检查流程,实施分层干预,如慢性病员工个性化管理;一般产业单位需优先完善制度,如明确应急预案执行细则,设立健康专项预算等经费保障以夯实管理基础。

(4)未来可结合物联网技术实现健康数据实时采集。推动健康管理评价体系从“阶段性评估”向“动态智能监管”升级;同时,探索跨产业标准整合,促进健康管理经验在大型国有重点企业应用,为“健康中国”战略下企业标准化、智能化建设提供更广阔的实践路径。

参考文献(References):

- [1] 李小冬,沈诚,王剑.大型建筑施工企业职业健康管理状况调研[J].中国安全科学学报,2013,23(3):155-160.
LI X D, SHEN C, WANG J. Investigation on management of occupational health in large-scaled construction enterprises [J]. China Safety Science Journal, 2013, 23(3): 155-160.
- [2] 陆秋琴,路旭亮.陕西省煤电企业绿色低碳转型路径研究[J].安全与环境学报,2025,25(2):779-789.
LU Q Q, LU X L. Research on the green and low-carbon transition pathways of coal-power enterprises in Shaanxi Province[J]. Journal of Safety and Environment, 2025, 25(2): 779-789.
- [3] 李涛,李霜.健康中国战略与职业健康保护[J].中国职业医学,2020,47(5):505-511.
LI T, LI S. Healthy China strategy and occupational health protection [J]. China Occupational Medicine, 2020, 47(5): 505-511.
- [4] SINGH K, MAITL J, ROYCHOWDHURY S. A data-driven penalty-reward methodology for performance assessment of risk control systems[J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2022, 77: 104756.
- [5] MA L H, MA X X, XING P F, et al. A hybrid approach based on the HFACS-FBN for identifying and analysing human factors for fire and explosion accidents in the laboratory[J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2022, 75: 104675.
- [6] 崔义,刘振宇,闫寿庆,等.基于24Model的煤炭企业安全文化提升实践研究[J].煤矿安全,2024,55(2):250-256.
CUI Y, LIU Z Y, YAN S Q, et al. Practical research on safety culture improvement of coal enterprises based on 24Model[J]. Coal Mine Safety, 2024, 55(2): 250-256.
- [7] 高振兴,郭进平.基于熵值法-突变理论的尾矿库安全评价研究[J].黄金科学技术,2022,28(3):450-456.
GAO Z X, GUO J P. Safety evaluation of tailings ponds based on entropy weight method-catastrophe theory [J]. Gold Science and Technology, 2022, 28(3): 450-456.
- [8] 李东印,孙凯旋,王伸,等.基于熵权-可拓理论的智能化综采工作面安全评价[J].河南理工大学学报(自然科学版),2024,41(3):1-9.
LI D Y, SUN K X, WANG S, et al. Safety evaluation of intelligent fully mechanized mining face based on entropy weight-extension theory[J]. Journal of Henan Polytechnic University (Natural Science Edition), 2024, 41(3): 1-9.
- [9] 宋伟峰,项瑞虹,赵开功,等.基于云模型的大型能源企业健康食堂分级研究[J].能源科技,2024,22(6):17-21.
SONG W F, XU R H, ZHAO K G, et al. Research on grading of healthy canteens in large energy enterprises based on cloud model [J]. Energy Science and Technology, 2024, 22(6): 17-21.
- [10] 严斌,李斌彬.施工企业在安全管理中应用数字化技术意愿的影响因素研究[J].安全与环境学报,2024,24(7):2693-2700.
YAN B, LI B B. Research on influencing factors of construction enterprises' willingness to apply digital technology in safety management [J]. Journal of Safety and Environment, 2024, 24(7): 2693-2700.
- [11] 陈伟炯,吴宇凡,李新,等.一种基于人-机-环境-管理系统理论的安全文化评价方法[J].安全与环境学报,2022,22(5):2649-2659.
CHEN W J, WU Y F, LI X, et al. A safety culture assessment method based on human-machine-environment-management system theory [J]. Journal of Safety and Environment, 2022, 22(5): 2649-2659.
- [12] 徐秋凉,张美辨,邹华.六种常用职业健康风险评估模型在小型印刷企业中的定量比较[J].环境与职业医学,2020,37(2):131-137.
XU Q L, ZHANG M B, ZOU H. Quantitative comparison of six common occupational health risk assessment models in small printing enterprises [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(2): 131-137.
- [13] 刘素霞,李晶,徐恒婕.安全文化对企业安全绩效影响的元分析[J].安全与环境学报,2023,23(10):3648-3656.
LIU S X, LI J, XU H J. A meta-analysis of the impact of safety culture on corporate safety performance [J]. Journal of Safety and Environment, 2023, 23(10): 3648-3656.
- [14] 张敬东,左含.基于聚类分析的中小企业职业健康管理研究[J].工业安全与环保,2015,41(10):95-97.
ZHANG J D, ZUO H. Research on occupational health management of small and medium-sized enterprises based on cluster analysis [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2015, 41(10): 95-97.
- [15] 吴澜涛,邱英鹏,郑秋莹.我国数字健康产业竞争力初探:基于上市企业数据的时空分析[J].健康发展与政策研究,2024,11(2):1-10.
WU L T, QIU Y P, ZHENG Q Y. A preliminary study on the competitiveness of China's digital health industry: spatial-temporal analysis based on listed enterprise data [J]. Health Development and Policy Research, 2024, 11(2): 1-10.
- [16] 杨雪松,李一奇,王利群,等.基于COM-B模型的职业健康行为量表的开发与验证[J].中国安全生产

- 科学技术, 2025, 21(3): 70–79.
- YANG X S, LI Y Q, WANG L Q, et al. Development and validation of occupational health behavior scale based on COM–B model[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2025, 21(3): 70–79.
- [17] 徐超逸. 石化储运企业职业健康管理体系构建与实施效果分析[J]. 石化技术, 2025, 32(3): 431–432.
- XU C Y. Construction and implementation effect analysis of occupational health management system in petrochemical storage and transportation enterprises[J]. Petrochemical Technology, 2025, 32(3): 431–432.
- [18] 李时慧. 化工企业安全员在化学事故预防与应急处理中的角色与挑战: 评《化工安全与职业健康》[J]. 应用化学, 2025, 42(2): 297.
- LI S H. The role and challenges of safety officers in chemical enterprises in chemical accident prevention and emergency response: a review of “*Chemical Safety and Occupational Health*” [J]. Chinese Journal of Applied Chemistry, 2025, 42(2): 297.
- [19] 孟洁, 王静, 肖咸德, 等. 典型煤焦化企业无组织废气环境与健康影响评价[J]. 环境科学与技术, 2025, 48(1): 179–191.
- MENG J, WANG J, XIAO X D, et al. Environmental and health impact assessment of unorganized waste gas from typical coal coking enterprises[J]. Environmental Science & Technology, 2025, 48(1): 179–191.
- [20] 胡恩华, 查萱琪, 单红梅, 等. 企业–工会耦合关系与组织健康: 基于注意力基础观的研究[J]. 管理评论, 2024, 36(12): 209–221.
- HU E H, ZHA X Q, SHAN H M, et al. Enterprise–union coupling relationship and organizational health: a study based on the attention-based view [J]. Management Review, 2024, 36(12): 209–221.

Research on the health enterprise evaluation system for large-scale integrated energy groups

ZHAO Kaigong

(Safety and Environmental Supervision Department, CHN Energy Investment Group Co., Ltd., Beijing 100011, China)

Abstract: In the context of deepening the implementation of the “Healthy China” strategy, and addressing the limitations of existing research on health enterprises—which often focuses on single scenarios—this study integrates the cloud model with the Analytic Hierarchy Process (AHP) to construct a comprehensive multi-dimensional evaluation system. The system consists of four primary indicators: management system, healthy environment, health management and service, and health culture, along with 23 secondary indicators. By utilizing the cloud model parameters of expectation (E_x), entropy (E_n), and hyper-entropy (H_e), this study achieves precise mapping between qualitative concepts and quantitative data, effectively addressing ambiguity and randomness in evaluations of health enterprises. The AHP method is employed to optimize indicator weights through expert assignments, ensuring that the evaluation system reflects both objective data characteristics and expert judgment. Methodologically, the cloud model facilitates the transformation of qualitative health enterprise attributes into quantitative scores, while AHP determines the relative importance of each indicator, thus enhancing the scientific rigor and applicability of the evaluation. The model’s validity was demonstrated through a case study involving 56 subsidiaries of the National Energy Group. The evaluation process included calculating the cloud digital features for each subsidiary and comparing them against the ideal health enterprise standard. The results indicate that the model possesses strong interpretive capability, with an adjusted R^2 of 0.83. Among the primary indicators, health management and service $\beta = 0.42$ and management system $\beta = 0.31$ are identified as the core driving factors for overall health performance of enterprises. In terms of industrial sectors, coal industry units achieved the highest average score (90.9%), followed by power generation units (89.8%), while transportation industry units scored the lowest (89.0%). A detailed analysis of secondary indicators reveals that the lack of health classification management is a common weakness across most subsidiaries, with a notably high deficiency rate of 94.6%. Based on these findings, targeted improvement strategies are proposed: high-performing units should strengthen dynamic monitoring and early warning mechanisms; well-performing units need to optimize health inspection processes and standardize management protocols; and average-performing units require enhanced organizational support and funding guarantees. This research provides a hierarchical management strategy for promoting enterprise health and offers a valuable reference for constructing health enterprises within other large diversified corporate groups.

Key words: safety and hygiene engineering technology; health enterprise; cloud model; analytic hierarchy process; evaluation system