

化工事故预防与应急响应能力评价模型

薛传武

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司 宁夏 银川 750001

摘要：化工行业作为国民经济的重要组成部分，其生产过程中涉及大量易燃、易爆、有毒有害物质，一旦发生事故，往往造成严重的人员伤亡、环境污染和经济损失。因此，构建一套科学、全面的化工事故预防与应急响应能力评价模型，对于提升化工企业的安全管理水平、降低事故风险具有重要意义。本文旨在探讨化工事故预防与应急响应能力的关键要素，并在此基础上构建一个综合性的评价模型，为化工企业的安全管理提供理论指导和实践参考。

关键词：化工事故预防；应急响应能力；评价模型

引言

化工事故的预防与应急响应是一个系统工程，涉及安全管理、技术应用、人员培训、制度建设等多个方面。有效的预防机制能够减少事故的发生概率，而高效的应急响应则能在事故发生时迅速控制事态，减轻损害。因此，建立一套全面、可操作的评价模型，对于评估和提升化工企业的整体安全管理能力至关重要。

1 化工事故预防能力评价要素

1.1 安全管理体系

1.1.1 制度建设

在制度建设上，企业应建立健全安全生产责任制，明确各级管理人员和员工的安全职责，确保安全责任层层落实。同时，制定完善的安全操作规程，规范员工的作业行为，减少操作失误导致的安全风险。此外，还应建立隐患排查治理制度，定期开展隐患排查，对发现的问题进行及时整改，消除事故隐患。

1.1.2 风险管理

风险管理方面，企业应进行全面的危险源辨识，识别出生产过程中可能存在的危险因素，并对其进行风险评估与分级管理。根据风险等级，制定相应的风险控制措施，并严格监督实施，确保风险得到有效控制。

1.1.3 安全培训

安全培训是提升员工安全意识的关键。企业应定期组织员工参加安全意识培养课程，增强员工对安全重要性的认识。同时，开展专业技能培训，提高员工的安全操作技能。此外，还应定期组织应急演练，让员工熟悉应急预案，提高应对突发事件的能力。

1.2 技术与设备安全

1.2.1 设备可靠性

设备可靠性对于保障生产安全至关重要。企业应制定设备定期维护计划，确保设备处于良好状态。同时，

合理安排检修计划，及时修复设备故障，避免设备带病运行。备品备件管理也需得到重视，确保在设备故障时能够及时更换，减少停机时间。

1.2.2 工艺安全

工艺安全方面，企业应确保工艺流程设计的合理性，避免设计缺陷导致的安全风险。在生产过程中，应加强对工艺参数的监控，确保各项参数在安全范围内运行。此外，引入自动化控制系统，实现生产过程的自动化控制，减少人为操作失误。

1.2.3 防火防爆措施

防火防爆措施是化工企业不可或缺的安全保障。企业应配备完善的消防设施，并定期进行维护和检查，确保消防设施的有效性。在电气设备选择上，应优先选用防爆电气设备，防止因电气设备故障引发爆炸事故。同时，加强静电防护，避免静电积聚导致的火灾风险^[1]。

1.3 环境与职业健康

1.3.1 环境监测

在环境监测上，企业应定期对有害气体排放进行监测，确保排放达标。同时，加强废水处理与排放监控，防止废水对环境造成污染。

1.3.2 职业卫生

职业卫生方面，企业应定期对作业场所的职业病危害因素进行检测，了解作业环境的健康状况。根据检测结果，为员工配备合适的个人防护装备，降低职业病发生的风险。此外，还应加强员工的职业健康监护，定期组织员工进行职业健康检查，及时发现并处理职业病问题。

2 化工应急响应能力评价要素

2.1 应急组织与管理

2.1.1 应急指挥体系

要求企业建立起一套完善的应急指挥体系。这一体系应明确指挥架构，包括总指挥、副总指挥以及各应急

小组的职责分工，确保在紧急情况下能够迅速形成统一的指挥力量。同时，通讯保障也至关重要，企业应建立稳定的通讯网络，确保应急信息的及时传递和指令的下达。

2.1.2 预案制定与演练

企业应根据自身实际情况，编制全面、可行的应急预案，明确应急响应的流程、措施和责任人。预案编制完成后，还需经过严格的评审和修订，确保其科学性和实用性。此外，定期演练也是必不可少的，通过模拟真实事故场景，检验预案的有效性，提高应急队伍的实战能力^[2]。

2.2 应急资源与装备

2.2.1 应急救援队伍

企业应组建专业的应急救援队伍，并对其进行系统的培训和装备，确保队伍具备快速响应和有效救援的能力。培训内容包括应急救援知识、技能以及团队协作等方面，装备则应根据救援需求进行配置，包括防护装备、救援工具等。

2.2.2 应急物资储备

企业应建立完善的物资储备体系，储备足够的救援物资、消防器材、急救药品等，确保在紧急情况下能够迅速调用。同时，还应加强物资的管理和维护，确保物资的有效性和可用性。

2.3 现场处置与恢复

2.3.1 初期处置能力

在事故初期，企业应迅速采取初步控制措施，如切断事故源、疏散人员等，防止事故扩大和蔓延。同时，还应组织专业救援队伍进行救援，确保人员安全。

2.3.2 后续恢复

企业还需关注后续恢复工作。这包括环境修复、生产恢复计划以及心理干预等方面。环境修复旨在恢复事故现场的环境质量，减少对周边环境的影响；生产恢复计划则应根据事故情况制定，确保生产能够尽快恢复正常；心理干预则是针对事故相关人员进行心理疏导和支持，帮助他们尽快走出阴影，恢复正常工作和生活。

3 化工事故预防与应急响应能力评价模型构建

3.1 模型框架

基于上述预防与应急响应能力的关键要素，构建包含多层次、多指标的评价模型。模型分为目标层、准则层和指标层。

3.1.1 目标层

化工事故预防与应急响应能力综合评价。此层旨在全面、精确地评估化工企业在预防事故和应急响应上的综合能力，为企业提供更详尽的安全管理指南。

3.1.2 准则层

准则层分为预防能力和应急响应能力两大板块，预防能力这一板块主要评估化工企业在事故预防方面的能力，包括但不限于安全管理制度的完善性、安全培训的有效性、设备设施的维护保养情况、隐患排查与治理的及时性等。应急响应能力这一板块则侧重于评估企业在事故发生后迅速响应、有效处置的能力，包括应急预案的制定与演练、应急资源的配备与调用、应急队伍的组建与培训、事故信息的报告与沟通等。

3.1.3 指标层：指标层则细化至具体的评价指标，具体示例如下表：

表1 指标层评价指标

| 准则层 | 指标层 |
|--------|---------------------|
| 预防能力 | 安全管理制度的完善度与执行情况 |
| | 风险评估的频次与准确性 |
| | 隐患排查机制的建立与实施效果 |
| | 员工安全培训的覆盖率、频次与考核成绩 |
| 应急响应能力 | 设备设施的安全检查与维护保养记录 |
| | 应急预案的完备性、更新频率与可操作性 |
| | 应急物资的种类、数量与储备状态 |
| | 应急队伍的组建、训练水平与演练效果 |
| | 事故信息的报告流程、响应时间与沟通机制 |
| | 现场处置方案的制定与执行效果 |

3.2 权重确定与评分方法

3.2.1 权重确定（结合德尔菲法与层次分析法）：

德尔菲法：通过邀请化工安全领域的专家（比如10-20位），以匿名方式发表意见，并经过多轮反馈与调整，最终达成共识，确定各评价指标的权重。这种方法能够充分利用专家的知识与经验，确保权重的合理性与科学性。

层次分析法：基于德尔菲法的结果，构建判断矩阵，通过数学计算（如特征向量法）确定各指标的最终权重。确保权重分配既科学又合理，反映各指标在整体评价中的相对重要性。这种方法能够系统地分析各指标之间的关联与重要性，为权重的确定提供数学依据。

3.2.2 评分方法（五级评分制与量化打分相结合）：

五级评分制：将各指标的表现划分为“优秀”、“良好”、“一般”、“较差”、“差”五个等级，并赋予每个等级相应的分值范围（如优秀：90-100分，良好：75-89分，等）。

量化打分：针对每个指标，制定具体的评分标准与细则。例如，对于“员工安全培训的覆盖率”，可以设定覆盖率达到100%为满分，每降低5%扣一定分数。

综合评分：结合五级评分制与量化打分，对每个指

标进行具体评分。然后,根据各指标的权重,计算加权后的得分,作为该指标的综合评价。

3.3 综合评价的实施与结果分析

3.3.1 实施步骤

一是数据收集:通过现场检查、资料审查、员工访谈等方式,收集各指标的相关数据与信息。二是指标评分:根据评分标准与细则,对各指标进行量化打分,并确定其所属的五级评分制等级。三是加权求和:根据各指标的权重与得分,计算加权后的总分,作为化工事故预防与应急响应能力的综合评价结果。四是结果分析:对综合评价结果进行深入分析,识别企业在安全管理中的优势与不足,明确改进方向。

3.3.2 结果分析示例

假设某化工企业在各项指标上的得分与权重如下表所示:

表2 某化工企业在各项指标上的得分与权重

| 指标层 | 权重 | 得分 | 加权得分 |
|---------------------|------|----|-------|
| 安全管理制度的完善度与执行情况 | 0.15 | 85 | 12.75 |
| 风险评估的频次与准确性 | 0.1 | 80 | 8 |
| 隐患排查机制的建立与实施效果 | 0.15 | 90 | 13.5 |
| 员工安全培训的覆盖率、频次与考核成绩 | 0.2 | 75 | 15 |
| 设备设施的安全检查与维护保养记录 | 0.1 | 85 | 8.5 |
| 应急预案的完备性、更新频率与可操作性 | 0.1 | 70 | 7 |
| 应急物资的种类、数量与储备状态 | 0.1 | 80 | 8 |
| 应急队伍的组建、训练水平与演练效果 | 0.15 | 85 | 12.75 |
| 事故信息的报告流程、响应时间与沟通机制 | 0.1 | 80 | 8 |
| 现场处置方案的制定与执行效果 | 0.05 | 90 | 4.5 |

综合评价得分 = $\sum(\text{权重} \times \text{得分}) = 12.75 + 8 + 13.5 + 15 + 8.5 + 7 + 8 + 12.75 + 8 + 4.5 = 90$

根据综合评价结果,该企业的化工事故预防与应急响应能力整体表现良好,得分为90分。但仍有部分指标存在提升空间,如“员工安全培训的覆盖率、频次与考核成绩”和“应急预案的完备性、更新频率与可操作性”等。企业应根据这些指标的得分情况,制定针对性的改进措施,以进一步提升整体的安全管理水平^[3]。

4 模型构建与实施的注意要点

4.1 明确评价目标与范围

首要任务是精确界定评价的核心目标。这要求深入剖析,是旨在全面审视化工企业的整体安全管理体系,还是着重评估其在事故预防、初期控制、或是后期应急响应等特定环节的能力。目标的明确性将直接指导后续评价工作的方向。同时,评价范围的界定也需细致入微,不仅要涵盖生产、储存、运输等关键部门,还要涉

及相关的安全流程、核心设备以及各级管理人员和一线操作人员,确保评价的全面性和针对性。

4.2 科学选取评价指标

评价指标的选取是模型构建的关键环节。遵循系统性原则,我们需确保指标能够全方位覆盖评价目标的各个维度,从组织架构、规章制度到设施设备、人员培训,无一遗漏。科学性原则则要求我们在设计指标时,充分考虑其能否真实、客观地反映化工企业的安全管理水平和应急响应能力,避免主观臆断或片面性^[4]。

4.3 确保数据收集与处理的精确性

数据是评价模型的基础。为确保数据的全面性,我们应通过多渠道、多层次的方式收集信息,包括但不限于现场检查、问卷调查、历史数据分析等,以全面反映企业的安全管理现状。在数据处理阶段,必须遵循严格的规范流程,包括数据的清洗(去除无效或异常数据)、转换(将数据转化为可用于分析的形式)、标准化(确保不同来源数据的一致性和可比性)等,从而确保数据的准确性和可靠性,为模型提供坚实的数据支撑。

4.4 持续跟踪与评估的动态管理

模型构建并非一劳永逸,而是需要持续的跟踪与评估。这要求建立有效的监控机制,定期收集反馈数据,对模型的运行效果进行实时评估。一旦发现模型存在偏差或不足,应及时调整优化,确保其始终与企业内外部环境的变化和安全管理要求保持同步。同时,定期的评估也是模型迭代升级的重要依据,通过不断的学习和改进,使模型更加精准、高效地服务于化工企业的安全管理。

结语

构建化工事故预防与应急响应能力评价模型,是提升化工企业安全管理水平的有效手段。模型应综合考虑安全管理、技术与设备、环境与职业健康、应急组织与管理、应急资源与装备、现场处置与恢复等多个维度,确保评价的全面性和准确性。未来,随着化工行业的发展和安全技术的进步,评价模型还需不断迭代优化,以适应新的安全挑战。

参考文献

- [1]胡泽华,郑翠翠,王浩,等.化工装置事故预防与应急处置策略[J].化工管理,2024,(19):105-107.
- [2]马克伟.化工企业安全文化建设与事故预防策略[J].化工管理,2024,(25):13-16.
- [3]高洁.化工企业火灾风险评估与应急响应策略[J].化工管理,2024,(02):104-106.
- [4]葛安卡.化工过程安全管理中的应急响应[J].现代职业安全,2019,(02):24-26.