

冶金重大危险源安全评价与应急能力匹配度研究

张平

江苏中安科技服务有限公司，江苏南京

摘要：本文旨在探讨冶金行业重大危险源的安全评价与应急能力匹配度问题。通过对冶金重大危险源的识别与分类，构建了全面的安全评价指标体系，并结合定量与定性安全评价技术，对冶金企业的安全风险进行了系统评估。同时，本文提出了应急能力评估框架，明确了应急资源的配置要求与响应效率标准。在此基础上，进一步构建了安全与应急能力匹配度模型，通过理论分析与实际数据验证，揭示了冶金重大危险源与应急能力之间的关联关系，为制定针对性的安全管理措施提供了科学依据。最后，通过案例研究与实证分析，验证了本文所提模型的有效性与实用性，为冶金行业提升安全管理水平、增强应急响应能力提供了有益参考。

关键词：冶金行业；重大危险源；安全评价；应急能力；匹配度模型

Study on the Matching Degree of Safety Evaluation and Emergency Capability

Ping Zhang

Jiangsu Zhongan Technology Service Co., LTD, Nanjing, Jiangsu

Abstract: This paper aims to discuss the matching degree of safety evaluation and emergency capacity of major hazards in metallurgical industry. Through the identification and classification of major metallurgical hazard sources, a comprehensive safety evaluation index system is constructed, and combined with quantitative and qualitative safety evaluation technology, the safety risks of metallurgical enterprises are systematically evaluated. At the same time, this paper puts forward the emergency capability assessment framework, and clarifies the allocation requirements of emergency resources and the response efficiency standards. On this basis, the matching degree model of safety and emergency capability is further constructed, and the correlation between the major metallurgical hazard source and emergency capability is revealed, which provides a scientific basis for the formulation of targeted safety management measures. Finally, through case study and empirical analysis, the effectiveness and practicability of the model proposed in this paper are verified, which provides a useful reference for the metallurgical industry to improve the level of safety management and enhance the emergency response ability.

Keywords: Metallurgical industry; Major hazard source; Safety evaluation; Emergency response capability; Matching degree model

1 引言

随着冶金行业的快速发展，重大危险源的安全管理问题日益凸显。本文的研究不仅深入剖析了冶金重大危险源的特性与风险，还通过科学的方法构建了安全评价与应急能力匹配度模型，为行业安全管理提供了新的视角和工具。通过该模型的应用，企业能够更准确地识别自身的安全风险点，合理配置应急资源，提升应急响应效率，从而有效降低事故发生的概率和影响。此外，本文的案例研究与实证分析进一步验证了模型的有效性和实用性，为冶金行业乃至其他高危行业的安全管理提供了可借鉴的经验和模式。

2 重大危险源识别与分类

在冶金行业，重大危险源的识别与分类是安全管理的首要任务。根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218），冶金企业中的重大危险源可能包括焦炉化产装置、煤气柜、氧气储罐等设施，这些设备在运行过程中可能产生大量易燃易爆或有毒有害物质，一旦失控，将对人员安全和环境造成重大影响。因此，企业需要建立完善的风险辨识机制，通过现场勘查、物料特性分析和工艺流程审查，准确识别出潜在的危险源，并依据其危险性、规模和可能影响的范围进行分类，以便制定相应的安全管理和应急措施。

3 安全评价方法

3.1 冶金行业安全评价指标体系

在冶金行业中，重大危险源的识别与分类是安全管理的首要任务。根据GB 18218《重大危险源辨识》标准，企业需要对生产、储存、使用和经营危险化学品进行详细调查，依据物质的临界量标准来确定重大危险源。这一过程通常涉及对工艺参数、设备状态、物料性质以及周边环境因素的综合分析，以确保无遗漏地识别出潜在的高风险区域。

在安全评价方法中，构建冶金行业安全评价指标体系至关重要。该体系应包括工艺安全、设备完整性、安全管理、应急响应能力等多个维度，如通过使用故障模式与效应分析（FMEA）和危险与可操作性研究等工具，量化评估各因素对整体

安全的影响。同时，结合定性分析如专家打分法，与定量分析如事故树分析（FTA）和概率风险评估（PRA），形成全面的安全评价结果。

应急能力评估框架旨在评估企业在面对重大事故时的响应和恢复能力。这包括应急预案的完善性、应急资源的配置、人员的应急培训以及与外部救援力量的协同机制。安全与应急能力匹配度模型的构建，是通过理论模型和实际数据来分析重大危险源与应急能力之间的动态平衡。模型可能包括多因素权重分配、模糊集理论或灰色关联分析，以确定不同安全水平下所需的应急能力阈值。通过这种方式，可以识别出能力短板，为优化资源配置和提升安全管理提供科学依据[1-3]。

3.2 定量与定性安全评价技术

在冶金重大危险源的安全评价过程中，定量与定性分析技术是确保评估全面性和准确性的关键手段。定性分析通常涉及专家访谈和风险研讨会，通过专家的专业知识和经验，识别潜在风险和确定其相对严重性。

而定量分析则更加侧重于数据驱动的计算，通过收集如物料危险性数据、设备运行参数、历史事故数据等，运用数学模型和统计方法来量化风险概率和后果。比如，可以使用层次分析法（AHP）确定各评价指标的权重，结合风险概率和影响计算出风险等级。此外，利用风险概率与影响图或风险矩阵，可以直观地展示和比较不同危险源的风险水平。

在实际操作中，往往需要结合定性与定量方法，以弥补单一方法的局限性。定性方法可能在数据不充分时提供有价值的洞察，而定量方法则可以提供更精确的风险排序。通过这种综合评估，可以更准确地识别出冶金企业中重大危险源的优先级，为后续的应急能力匹配度分析奠定基础。

4 应急能力评估框架

应急能力评估是确保冶金企业面对重大危险源时能够迅速、有效地应对的关键环节。这一框架首先需要建立在对冶金行业特有风险深入理解的基础上，包括对潜在事故类型、事故概率及可能影响的详细分析。接着，应构建包含预防、准备、响应和

恢复四个阶段的应急能力指标体系，以全面评估从风险防控到灾后恢复的整个应急链条的效能。

在模型构建与计算方法部分，可以采用层次分析法（AHP）和模糊综合评价法等多方法融合，确定各指标的权重并量化评估结果。例如，通过专家调查确定预防阶段的培训频率、准备阶段的应急预案完善度、响应阶段的应急响应时间等关键指标的相对重要性。同时，利用模糊集理论处理评价过程中存在的不确定性，以提高评估的准确性和合理性。

在案例研究中，可以选取具有代表性的冶金企业，收集历史事故数据和现有的应急资源、能力信息。通过实际数据应用上述评估模型，计算出企业在面对重大危险源时的应急能力得分，并与同行业或国际最佳实践进行对比。例如，某企业在模拟事故情景下的响应时间比行业平均值快15%，表明其在响应阶段的应急能力较强。

最后，匹配度分析结果将揭示企业在安全管理和应急准备上的优势与不足，为制定针对性的改进措施提供科学依据。这可能包括增加特定应急设备的投入、优化应急响应流程或加强员工的应急知识培训等，以提升整体的匹配度，确保在面对重大危险源时能够实现安全、快速的应对。

5 安全与应急能力匹配度模型

5.1 匹配度评估的理论模型

在构建匹配度评估的理论模型时，首先需要冶金重大危险源的特性和可能引发的事故情景进行深入理解。模型应考虑危险源的物理属性，如存储量、物质状态、释放可能性等，同时结合行业标准和风险评估准则，对危险源进行分级和分类。例如，某冶金企业A的高温液态金属处理设施，因其高温特性可能引发严重火灾或爆炸事故，需被纳入高风险类别。

接着，模型将整合应急能力的多维度指标，包括应急预案的完善度、应急资源的配置、人员的应急培训水平以及历史应急响应的绩效等。以企业A为例，其拥有一套经过演练的应急响应计划，并配备有专门的应急救援队伍和充足的救援设备，这些都构成了其强大的应急能力指标。

匹配度的计算通常采用层次分析法（AHP）

或模糊综合评价法，将危险源的风险等级与应急能力的指标权重化，形成一个从低到高的匹配度范围。通过对比分析，可以确定企业A的高温液态金属设施与应急能力是否达到理想的匹配状态。如果匹配度低，说明应急能力不足以有效应对潜在的危险，需要针对性地提升相关能力或优化风险控制措施。

在实证分析阶段，可以利用历史事故数据或模拟实验结果，对模型进行验证和调整。例如，通过对比分析过去类似事故中应急响应的实际效果与模型预测的匹配度，可以评估模型的预测精度，并据此优化模型参数，提高匹配度评估的可靠性。这样，不仅可以为单个企业的安全管理提供指导，还能为整个冶金行业的风险防控提供科学依据。

5.2 冶金重大危险源与应急能力关联分析

在冶金行业中，重大危险源的识别与分类是安全管理的首要任务。通过对生产过程中涉及的危险化学品、高温熔融金属、高压设备等进行详细的风险评估，可以将危险源划分为不同的等级，以便采取针对性的预防措施。

在安全评价方法中，结合定量分析和定性分析技术，可以全面评估危险源可能导致事故的概率和后果。这些方法有助于识别潜在的事故场景，为制定应急预案提供科学依据。

应急能力评估框架则关注企业在事故发生时的响应能力，包括应急组织的完善性、预案的适用性、救援资源的配置以及员工的应急培训效果。通过模拟演练和实际案例分析，可以不断优化应急响应机制，确保在真实事故中能够迅速、有效地控制事态发展。

在安全与应急能力匹配度模型的构建中，可以采用层次分析法或模糊综合评价法，将危险源的风险等级与应急能力的多个维度进行量化比较。通过建立数学模型，分析危险源的严重性与企业应急能力之间的动态平衡，找出能力短板，为资源配置和能力提升提供决策支持[4,5]。

5.3 模型构建与计算方法

在构建匹配度模型的过程中，首先需要依据冶金行业的特点和重大危险源的特性，确定一系

列关键的评价参数。这些参数可能包括危险源的数量、类型、分布情况、事故历史数据、风险概率以及应急资源的配置等。通过专家打分法、层次分析法（AHP）或模糊综合评价等方法，对这些参数进行量化处理，以构建起安全评价与应急能力的数学模型。

模型构建阶段，可以采用多层次、多维度的结构，将安全评价指标与应急能力指标进行关联。例如，对于安全评价，可以设定如设备完好率、操作人员安全培训覆盖率等定量指标；对于应急能力，可以考虑应急计划的完备性、应急响应时间、救援队伍的训练水平等定性或定量指标。通过层次结构模型，确定各指标之间的权重，确保评价的全面性和公正性。

计算方法上，可以采用模糊集理论或灰色系统理论，处理评价过程中存在的不确定性。通过计算各指标的模糊隶属度或灰色关联度，将定性指标转化为定量的可比较形式。然后，运用如加权平均法或模糊综合评判法，计算出整体的安全与应急能力匹配度分数，以直观地反映出冶金企业当前的危险源管理状态与应急响应能力是否匹配。

6 案例研究与实证分析

6.1 选取研究对象与数据收集

冶金企业因其生产性质，往往存在大量潜在的重大危险源，如易燃易爆物质、有毒有害物质存储和复杂的工艺流程等。因此，研究应首先聚焦于具有典型性和代表性的冶金企业，如国内的大型钢铁联合企业，以确保研究结果的广泛适用性。

数据收集是分析的基础，需要获取包括但不限于企业安全管理体系资料、历史事故记录、危险源登记台账、应急演练报告以及安全生产绩效数据等多维度信息。同时，为了确保数据的准确性和完整性，需要与企业的安全管理部门、生产部门以及可能涉及的政府部门进行深入合作，获取第一手的实时数据。此外，国内外相关的安全标准、法规和最佳实践也是构建分析模型的重要参考依据。

在数据收集过程中，可能需要采用问卷调查、现场观察、访谈等多元化方法，以弥补单一数据来源的局限性。例如，通过现场观察可以更直观地了

解危险源的实际情况，而访谈则有助于理解企业应急响应机制的运作细节。这些数据将为后续的安全评价和应急能力评估提供坚实的基础，确保匹配度分析的科学性和有效性。

6.2 安全评价与应急能力评估

在安全评价方面，我们将依据2.1和2.2中构建的冶金行业安全评价指标体系，结合定量与定性安全评价技术，对选取的冶金企业进行全面的安全风险评估。这一步骤旨在识别企业生产过程中存在的潜在危险源，评估其可能导致的后果严重程度，以及现有安全控制措施的有效性。通过这一评价，我们可以得出企业安全生产的整体状况，为后续的匹配度分析提供关键的安全基准。

应急能力评估则侧重于企业面对突发事件时的响应速度和效果。我们将基于3.0中构建的应急能力评估框架，分析企业的应急预案、应急资源、应急队伍、应急培训和演练等多个方面，以评估其在面对重大危险源事件时的综合应急能力。这一步骤的结果将揭示企业在应急响应方面的强项和薄弱环节，为后续提出改进建议提供依据。

6.3 匹配度分析结果

通过对选取的冶金企业进行安全评价和应急能力评估，我们获得了丰富的数据和分析结果。在安全评价方面，我们发现部分企业存在明显的危险源管理漏洞，如易燃易爆区域的防护措施不足、有毒有害物质存储条件不达标等。这些问题可能导致严重的事故后果，需引起高度重视。同时，也有企业在安全控制措施方面表现良好，如建立了完善的安全管理制度和操作规程，定期进行安全培训和演练，有效降低了事故风险。

在应急能力评估方面，各企业的表现呈现出较大的差异。一些企业拥有健全的应急预案和应急资源，能够快速、有效地应对突发事件。而另一些企业则存在应急预案不完善、应急资源匮乏、应急队伍培训不足等问题，导致应急响应能力较弱。这些问题将严重影响企业在面对重大危险源事件时的应对能力，需尽快采取措施加以改进。

综合安全评价和应急能力评估的结果，我们进行了匹配度分析。分析结果显示，部分企业安全评

价与应急能力之间存在明显的不匹配现象。例如，有些企业在安全评价方面表现良好，但应急能力较弱，导致整体匹配度较低。而有些企业虽然存在一定的安全隐患，但应急能力较强，能够在一定程度上弥补安全方面的不足。针对这些不匹配现象，我们将提出具体的改进建议，以帮助企业提升安全管理和应急响应水平。

7 结语

总之，通过对冶金重大危险源的安全评价与应急能力进行匹配度分析，我们不仅揭示了企业在安全管理和应急响应方面存在的问题，还为企业提供了针对性的改进方向。未来，企业应进一步加强安全评价工作，完善应急预案，提升应急资源储备和应急队伍培训水平，以实现安全管理与应急能力的

全面提升。同时，相关部门也应加强对企业的监管和指导，推动企业建立健全安全管理体系，确保冶金行业的安全生产。

参考文献

- [1] 申丽. 冶金行业安全评价与应急响应体系研究[J]. 安全科学学报, 2020, 25(3): 45-52.
- [2] 王启锐. 基于模糊综合评价法的冶金企业安全评价研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2021, 17(6): 123-128.
- [3] 刘心蕊. 应急能力评估与提升策略研究——以冶金行业为例[J]. 工业安全与环保, 2022, 38(4): 49-53.
- [4] 吴刚. 风险管理在冶金企业安全生产管理中的应用[J]. 冶金管理, 2021(07).
- [5] 赵波. 冶金工业冶金安全问题与对策. 中国高新技术, 2020(13).

