

职业病危害因素暴露水平与职业健康关联

陈晓雷 常腾起

浙江中一检测研究院股份有限公司 浙江 宁波 315100

摘要：文章围绕职业病危害因素暴露水平与职业健康关联展开研究。阐述了职业病危害因素分类、来源、传播途径及对人体影响机制，深入探讨暴露水平与职业健康状况的评估方法。通过分析发现，暴露水平与职业健康紧密相关，高暴露水平显著增加职业病发生风险。基于研究结果，从暴露控制、健康监护、教育培训、政策法规等方面提出防治对策，旨在为职业病防治提供科学依据与实践指导。

关键词：职业病；危害因素；暴露水平；职业健康关联

1 职业病危害因素概述

1.1 职业病危害因素的分类

职业病危害因素种类繁多，依据其性质可划分为化学因素、物理因素、生物因素以及其他因素四大类。化学因素在工业生产中最为常见，涵盖生产性毒物与生产性粉尘。生产性毒物包括铅、汞等金属毒物，苯、甲苯等有机溶剂，以及氯气、一氧化碳等刺激性气体；生产性粉尘则有矽尘、煤尘、石棉尘等，长期吸入会引发尘肺病。物理因素主要有噪声、振动、异常气象条件（高温、高湿、低温）、异常气压（高气压、低气压）、电离辐射（X射线、 γ 射线）和非电离辐射（紫外线、红外线、微波）等。这些因素可对人体听觉系统、神经系统、心血管系统、内分泌系统等造成损害。例如，长期暴露于高强度噪声可引发噪声性耳聋；高温作业可能导致中暑或心血管功能失调；振动可能引起手臂振动病或神经功能障碍。生物因素常见于医疗卫生、畜牧养殖等行业，如炭疽杆菌、布氏杆菌、森林脑炎病毒等，易引发相应的传染病。其他因素包含劳动组织和制度不合理、劳动强度过大、长时间不良体位或姿势等，会导致肌肉骨骼疾患等职业病。

1.2 职业病危害因素的来源与传播途径

职业病危害因素来源广泛。化学因素可能源于原料、中间产物、产品、辅助材料的使用和加工过程；物理因素多由生产设备运行产生，如机械运转产生噪声，高频焊接设备产生高频电磁场；生物因素常存在于接触生物材料的工作环境，像屠宰场、养殖场^[1]。其传播途径多样，化学毒物可通过呼吸道、皮肤、消化道进入人体，以呼吸道最为常见；生产性粉尘同样经呼吸道吸入，粒径较小的粉尘可深入肺泡；噪声、振动等物理因素直接作用于人体；生物因素则可通过接触、呼吸道、消化道等多种途径感染人体。

1.3 职业病危害因素对人体的影响机制

不同职业病危害因素对人体的影响机制各异。化学毒物进入人体后，可通过干扰酶系统、破坏细胞结构、影响免疫功能等方式致病。例如，铅可抑制血红蛋白合成过程中的多种酶，导致贫血；苯可损害骨髓造血功能，引发白血病。物理因素中，噪声可损伤内耳毛细胞，导致听力下降；高温可引起体温调节功能紊乱，导致中暑；电离辐射会使人体细胞DNA发生损伤，引发基因突变和染色体畸变。生物因素感染人体后，可在体内繁殖，释放毒素，引发炎症反应和组织损伤，如炭疽杆菌感染可导致皮肤炭疽、肺炭疽等严重病症。

2 职业病危害因素暴露水平的评估

2.1 暴露水平的定义与指标

暴露水平作为衡量劳动者职业健康风险的核心要素，精准刻画了劳动者在工作场景中接触职业病危害因素的程度。从定义来看，它不仅包含化学物质浓度、物理因素强度等量化指标，还涵盖接触时间这一关键维度，通过多维度的数据整合，为职业健康风险评估构建基础框架。在众多评估指标中，时间加权平均浓度（TWA）具有广泛的适用性。以石油化工行业为例，工人每日8小时接触苯系物的TWA值，能够全面反映其在整个工作日内的平均暴露水平，帮助企业和监管部门评估长期低浓度暴露带来的健康风险。短时间接触浓度（STEL）则重点关注突发高浓度暴露情况，如在设备检修过程中，工人可能短时间接触高浓度有毒气体，此时STEL指标可有效预警急性中毒风险。最高容许浓度（MAC）对有毒化学物质实施严格限制，例如在电镀车间，氰化物的MAC值为劳动者接触浓度划定安全红线。针对物理因素，等效连续A声级（L_{Aeq}）在噪声暴露评估中发挥重要作用，像机械制造车间，通过监测L_{Aeq}值，可判断噪声是否会对工人听力造成损伤。这些指标

相互补充，为暴露水平评估提供了全面、科学的依据。

2.2 暴露水平的评估方法

职业卫生调查、职业卫生监测和生物监测构成了暴露水平评估的三大支柱方法，各有侧重且相互配合。职业卫生调查是暴露评估的基础环节，通过深入生产一线，观察工艺流程、设备布局，与劳动者面对面交流，同时查阅生产记录、防护设备台账等资料，能系统梳理工作场所存在的职业病危害因素及其分布规律。某电子元件生产企业通过职业卫生调查，发现焊接工序存在铅烟暴露风险，从而及时采取改进措施^[2]。职业卫生监测借助专业仪器设备，实现对工作场所危害因素的精准量化。在冶金行业，定期对车间粉尘浓度进行采样分析，可实时掌握劳动者的粉尘暴露情况。生物监测则从人体内部出发，通过检测血液、尿液等生物样本中的危害因素或代谢产物，直接反映个体实际接触和吸收水平。以接触苯的化工工人为例，检测其尿液中苯硫基尿酸含量，能更准确评估人体在苯环境的实际暴露程度，弥补职业卫生监测无法体现个体差异的缺陷，三者协同应用，显著提升暴露水平评估的准确性和可靠性。

2.3 暴露水平评估的不确定性分析

暴露水平评估在实际操作中面临诸多挑战，不确定性因素贯穿整个评估过程。从时空维度来看，工作场所的动力变化使暴露情况复杂多变。例如，汽车涂装车间在喷涂作业时，有机溶剂浓度会因设备运行状态、通风系统效率以及工人操作习惯等因素大幅波动，单次采样数据难以完整反映真实暴露水平。技术层面的局限同样不容忽视，职业卫生监测仪器的精度直接影响数据准确性，采样方法的规范性也至关重要，若采样点设置不合理、采样时间不足，都可能导致数据偏差。生物监测中，分析技术的灵敏度和特异性限制了检测结果的可靠性。此外，个体差异进一步增加评估难度，不同劳动者在工作场所的活动轨迹、防护用品使用习惯各不相同，实际接触时间和接触量存在显著差异。

3 职业健康状况的评估

3.1 职业健康的定义与内涵

职业健康并非单纯局限于劳动者不罹患职业病，而是指劳动者在从事职业活动过程中，身体和心理均处于良好状态，有效规避职业病、工作有关疾病和工伤带来的伤害。从身体层面看，要求劳动者各器官系统功能正常，能够适应工作环境中各类危害因素；心理层面则强调劳动者拥有良好的情绪调控能力、抗压能力和心理健康水平，避免因工作压力引发焦虑、抑郁等心理疾病。其内涵丰富且多元，不仅包含对职业病的预防和控制，

还将劳动者的身心健康、工作能力和生活质量的保障纳入其中。在现代职业健康理念中，劳动者的心理健康愈发受到重视，因为长期的工作压力、职业倦怠等心理问题，不仅会影响工作效率，还可能诱发身体疾病。职业健康着重强调工作环境与劳动者健康之间的相互关系，这意味着改善工作环境对于维护劳动者健康至关重要。从工作场所的设计角度，合理的空间布局、适宜的照明和通风条件，能够减少劳动者的疲劳感；在劳动组织方面，优化工作流程、合理分配工作任务，可避免劳动者过度劳累；而个体防护措施的加强，则为劳动者提供了直接的安全保障。

3.2 职业健康评估指标体系

职业健康评估指标体系是全面衡量劳动者职业健康状况的重要依据，它涵盖生理指标、心理指标和工作能力指标三大类。生理指标作为基础，包含常规医学检查项目，像血常规能反映血液系统的健康状况，判断是否存在贫血、感染等问题；尿常规可检测肾脏功能和泌尿系统的健康情况；肝肾功能检查有助于了解肝脏和肾脏的代谢与解毒功能；肺功能检查则对评估劳动者呼吸功能意义重大。此外，针对特定职业病危害因素的专项检查同样不可或缺。心理指标主要借助专业的心理量表，对劳动者的焦虑、抑郁、压力等情绪状态展开评估^[3]。在快节奏、高压力的工作环境下，劳动者的心理健康问题日益突出，通过症状自评量表（SCL-90）、焦虑自评量表（SAS）等工具，能够深入了解劳动者的心理状态，以便及时提供心理干预。工作能力指标通过劳动效率、工作失误率、缺勤率等数据，直观反映劳动者在工作中的实际表现和工作能力。劳动效率的下降、工作失误率的上升，可能与劳动者的身体或心理状态不佳有关；而缺勤率的增加，则直接影响企业的生产经营。这些指标相互关联、相互补充，共同构成了完整的职业健康评估指标体系。

3.3 职业健康评估方法

职业健康评估方法主要包括职业健康检查、问卷调查和生物标志物检测，三者相辅相成，为全面评估劳动者职业健康状况提供了有力支持。职业健康检查作为关键手段，依据不同阶段分为上岗前、在岗期间、离岗时和应急职业健康检查。上岗前检查旨在筛选出存在职业禁忌证的人员，避免其从事不适合的工作，从而预防职业病的发生；在岗期间检查则是对劳动者进行定期监测，以便早期发现健康损害和潜在疾病，及时采取干预措施；离岗时检查能够判断劳动者在工作期间是否受到职业危害因素的影响，为职业病诊断提供依据；应急职

业健康检查则针对突发职业危害事件，对相关人员进行及时检查，保障其健康权益。问卷调查采用标准化问卷，能够系统地了解劳动者的职业史、接触史、自觉症状、生活方式等信息。通过询问劳动者在工作中接触的危害因素种类、接触时间和强度，以及是否出现不适症状等，可辅助评估职业健康状况，同时还能收集劳动者对工作环境和职业健康管理的意见和建议。生物标志物检测通过检测人体生物样本中与职业健康相关的生物标志物，如接触苯劳动者血液中的苯硫基尿酸，能够在疾病尚未出现明显症状前，早期发现职业性损害，有助于实现职业病的早发现、早诊断和早治疗。

4 基于关联研究的职业病防治对策与建议

4.1 暴露控制策略

暴露控制是预防职业病的关键措施。首先，应优先采用工程控制技术，如通过改革生产工艺，采用无毒或低毒原料替代有毒原料；加强通风排毒等职业病防护设施，降低工作场所化学毒物和粉尘浓度；对噪声源进行隔音、消声处理，减少噪声传播。其次，合理使用个体防护用品，根据工作场所职业病危害因素的种类和危害程度，为劳动者配备合适的防尘口罩、防毒面具、防噪声耳塞等，确保个体防护用品的正确使用和定期更换。另外，还需建立健全职业卫生管理制度，加强对工作场所的日常监测和对职业病防护设施的维护，及时发现和消除暴露隐患。

4.2 职业健康监护策略

职业健康监护是早期发现职业性损害的重要手段。应完善职业健康检查制度，严格按照规定的周期和项目对劳动者进行健康检查，建立劳动者个人职业健康监护档案，实现健康检查结果的动态管理。对职业健康检查中发现的疑似职业病患者和职业禁忌证人员，及时进行诊断和妥善安置，调离原工作岗位，并给予相应的治疗和康复指导。同时加强职业健康监护信息化建设，提高健康监护数据的管理和分析水平，为职业病防治决策提供科学依据。

4.3 职业健康教育与培训策略

职业健康教育与培训旨在提高劳动者的健康意识和自我保护能力。企业应定期组织职业健康知识培

训，向劳动者普及职业病危害因素的种类、危害、预防措施等知识，使劳动者了解自身的职业健康权益和义务^[4]。培训内容应结合工作实际，采用案例分析、现场演示等生动形式，增强培训效果。还可通过宣传栏、宣传手册、内部网络平台等多种渠道，开展职业健康教育宣传活动，营造良好的职业健康文化氛围。

4.4 政策法规完善策略

完善的政策法规是职业病防治工作的重要保障。政府部门应结合经济社会发展和职业卫生工作实际，及时修订和完善职业病防治相关法律法规，明确企业、劳动者、监管部门的权利和义务。加强对企业落实职业病防治措施的监督执法力度，对违反职业病防治法律法规的行为依法予以严厉处罚。建立健全职业病防治保障体系，加大对职业病防治科研、技术服务和职业健康检查机构的投入，提高职业病防治的整体水平。

结束语

本研究系统揭示了职业病危害因素暴露水平与职业健康的内在联系，为职业健康管理和职业病防治提供了全面的理论与实践参考。随着工业技术发展，新的职业病危害因素不断涌现，未来需持续深化两者关联研究，创新评估方法与防治策略。同时还应加强跨学科合作，推动职业健康领域的科技进步，切实保障劳动者职业健康权益，促进企业可持续发展与社会和谐稳定。

参考文献

- [1]潘佰兵.职业健康检查工作中存在的问题与分析[J].工业卫生与职业病,2020,46(01):87-88.
- [2]戴颖诗,陈颖君,罗颖琪,等.职业危害因素暴露与男性煤矿从业人员促甲状腺激素与甲状腺激素水平的关联[J].环境与职业医学,2025,42(4):459-466.DOI:10.11836/JEOM24376.
- [3]耿芳芳.油气生产单位职业病危害风险调查与分析[J].石化技术,2025,32(1):347-348,296.DOI:10.3969/j.issn.1006-0235.2025.01.121.
- [4]于晓阳,张放.油田井下作业职业病危害风险评估[J].安全、健康和环境,2024,24(4):55-60.DOI:10.3969/j.issn.1672-7932.2024.04.009.