

原子吸收分光光度法在职业卫生检测中的运用分析

何承爱

江苏正大企业策划管理顾问有限公司, 江苏南京, 210000;

摘要:职业卫生检测作为保障劳动者健康权益的重要环节, 对工作场的有害元素含量进行精确检测, 对于职业健康防护至关重要。原子吸收分光光度法因其具备灵敏度佳、选择性好、检测精准度高的特点, 在职业卫生检测领域有着广泛的应用。本文对该方法的核心原理进行了阐述, 分析其在不同类型职业危害因素检测中的具体应用情况, 探讨了提升检测效果的优化方案, 为职业卫生检测的精准实施提供技术参考。

关键词:原子吸收分光光度法; 职业卫生检测; 有害元素; 检测精度

DOI: 10.64216/3080-1508.26.02.063

引言

职业卫生检测在识别与把控工作场所职业危害极为关键, 检测结果能够直接对职业健康风险评估以及防护措施的制定产生影响。工作场所中存在的重金属、具有危害性质的金属元素, 很容易借助呼吸道、皮肤接触等渠道对劳动者的健康造成损害。原子吸收分光光度法作为具备高效性能的元素分析技术, 能够精确地检测出痕量、微量的有害元素, 与职业卫生检测所提出的严格要求相符合。基于此, 对该方法的应用展开深度剖析, 对于提高检测的精准质量、切实保障劳动者的身体健康具备现实意义。

1 原子吸收分光光度法的核心原理以及技术优势

1.1 核心原理

元素定量分析可借助原子吸收分光光度法达成, 该方法依据是物质的基态原子对特定波长光产生的吸收作用。当光源发出特征光谱穿越含有待测定元素基态原子的蒸汽时, 基态原子会吸收相应波长光子的能量, 进而跃迁到激发态, 使得特征光谱的光强度出现衰减现象。通过对光强度的衰减程度进行检测, 结合朗伯-比尔定律, 能够计算出待测元素的浓度。该方法的核心流程包含四个环节, 分别是光源辐射、原子化、分光以及检测: 光源会发射出待测元素的特征锐线光谱; 原子化系统会将样品中的待测元素转变为基态原子蒸汽; 分光系统会对特征波长的光进行筛选; 检测系统会将光信号转化成电信号, 完成定量分析工作。在物质世界中, 不同元素的原子结构呈现出显著的差异, 这种差异使得其针对特定波长的光线吸收展现出独特且唯一的性质, 正是原子

结构差异赋予的对特定波长光吸收的唯一性特征, 为该方法具备高度的选择性提供坚实的保障。

1.2 技术优势

在职业卫生检测领域, 原子吸收分光光度法展现出颇为突出的技术优越性。首先, 其灵敏度颇高, 能够对工作场所中痕量(10^{-9}g)甚至超痕量(10^{-12}g)的有害元素展开检测工作, 能很好地满足低浓度危害因素的检测要求, 精确察觉微量有害元素所处的状态。其次, 其选择性较强, 凭借不同元素特征吸收波长具有的独特性质, 可在多种元素共同存在的复杂样本之中精确地辨别并检测出目标元素, 避免其他成分产生的干扰, 确保检测结果的准确性。最后, 此检测具备较高的精度, 合理把控实验条件, 相对标准偏差能够维持在较低的区间内, 为职业卫生检测提供具备可靠性的定量数据。

2 职业卫生检测领域中原子吸收分光光度法的具体应用

2.1 金属粉尘中有害元素检测

在矿山开采、金属冶炼、机械加工等行业的工作场地, 容易产生包含铅、镉、铬、锰这些有害元素的金属粉尘。当劳动者将这些粉尘吸入体内后, 其会在呼吸道以及肺部沉积下来, 进而引发多种职业病。原子吸收分光光度法是用来检测等金属粉尘中有害元素的常用技术手段, 其检测流程涵盖样品采集、前处理、检测分析三个关键的环节。在样品采集时, 运用滤膜称重法, 通过粉尘采样器在工作场所具有代表性的点位处采集样品, 以此保证样品具有代表性。在前处理的阶段, 将承载着灰尘的滤膜放置到消解的容器中, 添加由硝酸和高氯酸混合而成的消解液, 凭借微波或者电热板进行消解

操作，以此破坏样品的基质，让检测元素能够充分地溶解出来。在消解完成后，对其进行过滤并确定容积，从而得到用于检测的溶液。在开展检测工作时，依据所需检测的元素，挑选对应的空心阴极灯当作光源，将样品溶液引入原子化器，完成原子化过程，通过检测具有特征波长的光的吸收强度，结合标准曲线计算有害元素的浓度，判定工作场所的金属粉尘是否超出规定的标准。

2.2 工作场所空气中有害气体检测

某些职业场景下的工作环境会产生包含金属元素的具有危害性质的气体或者蒸汽，例如，电镀领域所产生的汞蒸汽、铅烟，化工领域产生的砷化氢气体等。呈现气态的有害物具备较强的毒性，会对劳动者的呼吸系统以及神经系统造成十分严重的损害。原子吸收分光光度法能够借助相匹配的前期处理办法达成检测目的：对于如汞蒸汽等容易被吸附的气态物质，运用浸渍滤膜采样方法，依靠滤膜上的吸附剂来富集有害的物质；对于如砷化氢等气体，采用吸收液吸收的方式进行采样。在完成采样操作后，针对所采集的样品开展前期处理工作，例如，借助硝酸溶液来对吸附了汞蒸汽的滤膜实施解析操作，对吸收了砷化氢的吸收液进行还原处理，从而将有待检测的元素转变为能够进行检测的形态。运用原子吸收分光光度法开展检测工作，通过优化原子化条件（例如采用冷原子吸收法来检测汞元素），增强检测的灵敏度，精确地检测出处于低浓度状态的气态有害元素。

2.3 生物样本中有害元素检测

生物样本检测作为职业卫生检测中的关键构成部分，借助对劳动者的血液、尿液、头发等生物样本中有害元素含量开展检测操作，能够对职业暴露的水平以及健康受损的程度予以评估。原子吸收分光光度法在生物样本检测时具备与众不同的优势，能够精确对微量的有害元素进行检测。以血液中铅元素的检测为例，前期处理工作将血液样品和硝酸、过氧化氢相互混合后，开展微波消解操作，破坏血液中蛋白质等基质，从而让铅元素溶解出来。消解之后的液体经过过滤、定容处理后用于检测。在开展检测工作时，采用的是石墨炉原子化器，此原子化器具备较高的原子化效率以及灵敏度，充分满足对血液中处于低浓度水平的铅元素进行检测的实际需求。对于尿液当中的镉、锰等元素实施检测时，同样经历消解、定容等前期处理环节后，借助原子吸收分光光度法开展定量分析。通过这一检测流程所获得的结果，

为职业健康监护工作提供科学依据。

2.4 工作场所水体以及土壤有害元素的检测工作

某些工业企业作业场地的水体和土壤或许会受到有害金属元素的污染，如电镀车间排放的废水、冶金企业厂区内的土壤等情况，上述污染现象不仅会对劳动者的身体健康造成损害，还可能对周边的环境产生不良影响。原子吸收分光光度法能够达成对水体以及土壤中有害元素的精确检测。水体样本采集后，进行过滤操作以去除其中悬浮的杂质，对于基质较为复杂的样本，还需开展消解处理，可以运用火焰原子吸收分光光度法进行检测，这种方法具有分析速度较快的特点，适合用于检测浓度相对较高的有害元素；而针对低浓度的水体样本，则可采用石墨炉原子吸收分光光度法来提高检测的灵敏度。土壤样本必须经过如风干、研磨以及过筛等前期处理步骤，选取一定量的样本添加消解液进行消解操作，促使土壤中的有害元素溶解出来。在完成定容后开展检测工作能够有效地检测出土壤中如铅、镉、铬等多种有害元素的含量。

3 提升原子吸收分光光度法职业卫生检测成效的优化策略

3.1 优化样品前处理流程

样品前期处理工作，是对检测结果的精准度起到关键影响的重要环节，对处理流程加以优化能够提升检测工作的实际效果。针对不同类别的样品，采取适宜的消解办法与试剂，对于生物样本以及具有复杂基质的样品，应当优先选用微波消解的方式，这种消解方式具备消解速度较快、试剂使用量较少、产生污染较小等优点，充分对样品基质进行破坏，减少待测元素的损耗。而对于基质相对简单的样品，可以采用电热板消解的方法，以此降低检测过程中的成本支出。在挑选消解试剂时，将待测元素的特性以及样品的基质结合起来，对硝酸、高氯酸、氢氟酸等进行合理的搭配，从而避免试剂对检测结果产生干扰。

3.2 优化检测仪器的参数

仪器参数的合理性能够直接对检测的精度以及灵敏度产生影响，因此需结合待测元素的具体种类以及样品特性进行优化。在光源选择方面，根据不同的待测元素选用相应的空心阴极灯，保证特征光谱的强度稳定且具有较高的纯度；对于容易受到干扰的元素，采用高强

度空心阴极灯或者无极放电灯，以此提升光源的稳定性。原子化器参数的优化是整个过程的核心：对于火焰原子化器而言，合理地调节燃气与助燃气的比例以及燃烧器的高度，保障火焰的状态稳定，进而提升原子化的效率；对于石墨炉原子化器来说，对干燥、灰化、原子化、净化四个阶段的温度和时间进行优化，避免样品在灰化阶段出现损失的情况，确保原子化能够完全实现。对于分光系统而言，对单色器狭缝的宽度进行合理的挑选，若是狭缝宽度过宽的话，就容易将杂散光引入进来，进而对选择性产生影响；而若是狭缝宽度过窄，便会使光的强度降低，从而对灵敏度产生影响，按照待测元素的光谱特性对其进行调整。

3.3 强化实验质量管控

强化实验质量控制是保障检测结果具备可靠性的一项重大举措，应当构建完善的标准曲线绘制流程，依据待测元素的浓度区间来配制一系列标准溶液，保证所配制溶液的浓度能够涵盖样品中待测元素可能存在的含量，绘制的标准曲线其相关系数必须满足相关要求，以此避免由于曲线出现偏差而造成检测结果不准确的情况。开展平行样检测工作，针对同一批次的样品进行平行测定，相对偏差需控制在规定的允许范围内，若是相对偏差超出了允许范围，需要重新进行检测，从而保障检测结果的精密度。每隔一段时间运用标准物质对检测仪器予以校准，对光源、原子化器、检测器等关键部件展开检查，一旦发现部件老化便即刻进行更换，以此保证仪器处在优良的工作状况。与

3.4 不同检测场景开展适配性技术调整

在各类职业卫生检测的不同场景中，样品具备的特性以及检测要求呈现出差异状况，需要有针对性地对相关技术加以调整。当对处于高湿度、高粉尘环境的工作

场所的空气样品开展检测工作时，在进行采样操作前，对采样设备实施干燥处理；在完成采样后，及时开展前期处理工作，以此避免因样品受潮或者粉尘吸附等情况而致使检测结果出现偏差。当检测具有低浓度特征且多种元素共同存在的样品时，运用化学改进剂来提高检测的灵敏度以及选择性，例如，在对血液中的铅元素开展检测时，添加磷酸二氢铵，能够有效地对基体干扰起到抑制作用，进而提升检测的精度。鉴于现场开展快速检测工作的实际需求，选用便于携带的原子吸收分光光度计投入使用，通过使用这种仪器，对检测样本前处理的流程进行简化处理，达成对工作场所有害元素实施快速筛查。

4 结论

凭借具备高灵敏度、高选择性以及高检测精度这些优势的原子吸收分光光度法，在职业卫生检测涵盖的多个领域，如金属粉尘、有害气体、生物样本、水体土壤等方面，起到了十分关键的作用，为职业健康风险评估以及防护措施的制定给予技术支撑。借助优化样品前处理的流程、对仪器参数加以调整、强化质量控制、适配不同的检测场景等策略，能够进一步让检测效果得到提升。

参考文献

- [1] 马越. 原子吸收分光光度法在职业卫生检测中的运用分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2022, 6(23): 48-51.
- [2] 王丹, 黄华. 原子吸收分光光度法在职业卫生检测中的运用分析[J]. 化工管理, 2018, (13): 36.
- [3] 姜海英, 王永柱. 职业卫生实验室原子吸收光谱法测定工作场所空气中重金属元素的不确定度评定[C]//第30届全国高校安全科学与工程学术年会暨, 2018: 203.