

# 矿用传感器定期调校工艺对监测数据准确性的保障作用 与实施规范探讨

龙 鹏

天地（常州）自动化股份有限公司 江苏 常州 213000

**【摘要】**：矿用传感器在矿山安全监测中起着关键作用，其准确性直接影响安全生产。定期调校工艺能够有效提高传感器的稳定性和数据精度，减少误差对矿山安全监测的负面影响。制定科学的调校周期、使用精密工具、开展专业化人员培训以及建立标准化管理体系是保障传感器准确性的关键措施。通过优化调校工艺，提高效率并引入新技术，能够确保矿山监测系统的长期稳定运行，为矿山安全管理提供技术支持。

**【关键词】**：矿用传感器；定期调校；监测数据；准确性；实施规范

DOI:10.12417/2705-0998.26.06.067

## 引言

在矿山作业中，传感器技术已成为不可或缺的工具，尤其是在安全监测领域。矿用传感器通过采集地下环境的数据，为矿工提供实时的安全信息。随着长期使用和环境变化，传感器的准确性可能受到影响，进而影响到监测数据的可靠性。定期调校作为一种保障监测数据准确性的手段，逐渐成为矿山企业管理中的重要环节。实施科学规范的调校工艺，不仅能优化传感器性能，还能为矿山安全提供坚实的数据支持。调校工艺的标准化与规范化，有助于确保监测数据的稳定性和准确性，从而提高矿山的安全性和生产效率。

## 1 传感器准确性面临的主要问题

### 1.1 长期使用带来的误差

矿用传感器在长期运行过程中，由于机械磨损、电气老化等因素，可能出现性能退化现象。传感器的测量元件如传感器电极、传感器膜片等在使用一段时间后会发生变化，导致其输出信号与实际测量值之间的偏差增大。尤其是在矿山环境中，传感器经常面临高湿度、粉尘、化学腐蚀等极端工作条件，进一步加剧了传感器的老化速度。传感器的长期稳定性受到了严峻考验，误差积累可能影响监测数据的精度，从而给矿山安全管理带来隐患。

### 1.2 环境变化对传感器性能的影响

矿山中的温度波动、湿度变化及气体成分的变化，会对矿用传感器的性能产生显著影响。温度变化可能导致传感器元件的膨胀或收缩，从而影响其测量精度。矿山环境中常见的高湿度和多尘环境，容易导致传感器表面附着物质的积聚，进而影响其响应时间和准确性<sup>[1]</sup>。化学气体如硫化氢、甲烷等也可能与传感器材料发生反应，导致传感器失效或功能下降。这些环境因素都需要在传感器的使用和维护过程中加以考虑，确保其不同环境下的稳定性。

### 1.3 监测数据失真与安全隐患

监测数据失真是矿山安全监测中一个不可忽视的问题。当传感器准确性下降时，监测数据将出现偏差，这可能导致对危险信号的响应延迟或错误判断，进而影响矿井安全的预警能力。数据失真可能使得矿山管理人员无法及时识别潜在的危险，例如气体泄漏或矿震等突发事件。如果监测数据存在较大偏差，可能导致误判矿山环境的真实情况，甚至引发安全事故。定期调校传感器以消除误差，提高数据的可靠性，是保证矿山安全生产的基础。

## 2 定期调校工艺的实施步骤

### 2.1 调校周期的确定

调校周期的确定是确保传感器长期稳定运行的关键因素。周期的设定应综合考虑矿山环境的变化、传感器的工作负荷以及数据精度要求。高负荷工作或极端环境条件下的传感器，调校周期应适当缩短。对于某些精密传感器，尤其是在具有强腐蚀性气体的矿井环境中，可能需要每季度进行调校。而对于工作负荷较轻、环境变化较小的传感器，调校周期可以适当延长，但仍需定期进行检查和性能评估。通过监测传感器的表现和历史数据的准确性，可以有效调整调校周期，使其在保障数据准确性的同时，减少不必要的维护成本。过长的调校周期可能导致误差积累，而过短的周期会导致资源浪费，合理的周期设计必须与传感器的实际工作状况紧密结合。

### 2.2 调校工具与技术要求

矿用传感器的调校工具和技术要求决定了调校工作的准确性和效率。调校工具通常包括标准气体源、精密电流表、电压源及温湿度控制设备等，用于模拟传感器的工作环境并校正其输出。不同类型的传感器对工具的要求有所不同，例如气体传感器需要配备标准气体源及浓度计，而温湿度传感器则需具备高精度的温湿度调节设备<sup>[2]</sup>。在技术要求方面，调校过程中要严格控制环境因素的干扰，保证温度、湿度和气体浓度等条

件稳定。调校人员需具备专业知识，熟悉传感器的工作原理及调校方法，才能准确判断传感器的性能状态。采用先进的数字化调校仪器能够提高调校的自动化水平，减少人为误差，确保调校结果的精确性。

### 2.3 调校过程中的数据验证

数据验证是调校过程中不可忽视的一环，其目的是确保调校后的传感器能够输出可靠的数据。在调校完成后，需要对传感器进行多次测量，确保其输出值与标准值之间的误差在允许范围内。为了验证数据的准确性，应采用多点校正的方法，即在不同的工作条件下进行测量，确保传感器在整个测量范围内都能维持较高的准确性。通过与标准设备或参考传感器进行对比，可以进一步确认调校的效果。在矿山环境中，验证过程还需考虑到实际工作中的数据变化，如气压、气体浓度等因素对传感器的影响。每一次调校后，数据验证都应形成记录，并与历史数据进行对比，确保传感器性能的持续稳定。

## 3 矿用传感器调校标准化的重要性

### 3.1 统一调校标准的制定

在矿用传感器的调校过程中，缺乏统一的标准可能导致不同矿山或不同操作人员之间的调校质量参差不齐，这直接影响到监测数据的准确性和可靠性。统一的调校标准是确保传感器调校一致性的基础。标准化的调校流程要求在每个环节都能遵循严格的技术参数和方法，如环境条件、工具使用、操作步骤等。标准的制定不仅有助于规范调校工艺，还能减少由于操作不当或理解偏差所导致的误差。通过制定详细的操作规范和技术指标，可以确保各类矿用传感器在不同环境下的调校结果具有可比性和一致性，避免因标准不一造成的误判和安全隐患。统一标准的实施使得调校数据能够追溯，便于后续维护和检查工作，有效保障矿山安全生产。

### 3.2 调校人员的专业化培训

调校人员的专业化水平直接决定了矿用传感器调校的质量。矿用传感器工作环境复杂，涉及到气体浓度、温湿度等多个变量，要求调校人员具备较高的技术水平和丰富的经验。通过专业化培训，调校人员不仅可以掌握传感器的工作原理，还能熟悉各种调校工具和技术的使用，理解不同类型传感器的性能特点和调校需求。定期培训能够帮助人员了解新技术、新标准的应用，提高其解决复杂问题的能力<sup>[3]</sup>。专业化培训有助于提升调校人员对调校过程中的细节把控能力，减少人为误差，提高调校效率和精度。

### 3.3 调校过程中的质量控制

在矿用传感器的调校过程中，质量控制是确保调校效果和准确性的关键环节。质量控制的核心在于建立从调校前期准备到调校完成后的全过程监控体系。调校前，需对传感器的性能和工作环境进行初步检查，确保调校工具的精确度和环境

条件的稳定性；调校过程中，要严格按照操作规程进行操作，避免任何可能影响调校精度的干扰因素；调校后，则需通过多次测试和对比验证数据的准确性，确保传感器输出的结果符合规定标准。通过制定质量控制措施，能够在每次调校中设定严格的检查和验收标准，防止因操作疏漏或设备故障而造成的调校失误。调校过程中的质量控制还包括记录和归档每次调校的详细数据，便于后续跟踪和质量审核。

## 4 定期调校的规范实施与管理

### 4.1 建立传感器调校管理体系

建立健全的传感器调校管理体系是确保调校工作高效、有序进行的基础。在矿山企业中，调校管理体系不仅应覆盖传感器的使用、维护、调校等全过程，还需包括各类传感器的分类管理、调校周期的设定以及人员的责任划分。通过完善管理体系，能够对传感器调校工作进行统筹安排，确保每一台设备都在规定时间内完成必要的调校操作。管理体系还应包括调校前后检查、工具使用规范、调校设备的校准等细节，确保操作标准化和过程可控。每项工作都应有明确的标准和执行流程，任何环节都不能忽视。定期评估和更新管理体系，依据矿山作业环境的变化和技术的发展，不断优化调校流程和技术要求，提高工作效率和数据准确性。管理体系的实施能够为调校工作提供明确的监督机制，有效减少人为失误，保障矿山生产的安全性。

### 4.2 实施数据追溯与监控机制

数据追溯与监控机制的实施能够确保传感器调校工作的透明性与规范性。通过建立完善的追溯系统，可以对每一次调校的过程进行详细记录，包括调校时间、操作人员、使用的设备工具、调校结果等信息。这些数据不仅有助于后续的调校工作，还能为设备故障分析、性能提升等提供依据。监控机制则通过实时监控传感器在工作过程中表现的稳定性，及时发现和处理可能出现的问题。调校后，通过数据对比和性能评估，确保传感器输出数据的准确性与稳定性<sup>[4]</sup>。传感器若存在偏差，能够通过监控机制提前发现，避免影响生产安全。通过智能化监控系统，调校过程中的每一项操作、每一次测试的结果都可以实时反馈，并进行自动记录，确保信息的完整性和可靠性。数据追溯和监控机制能够形成闭环管理，提高工作效率，降低错误率，也为企业提供了长时间的性能跟踪数据，便于后期优化调整。

### 4.3 调校记录与报告的管理要求

调校记录和报告的管理要求直接关系到调校工作的透明度、可追溯性以及后续优化的可能性。在矿用传感器调校过程中，每一次调校工作都应记录详细信息，包括调校时的环境条件、所用的标准工具、调整参数、调校前后的数据对比、调校人员等内容。这些记录需要以标准化格式保存，并分类归档，

确保在发生问题时可以追溯到调校细节。调校报告则应包含调校的具体结果、异常情况的处理过程以及建议的后续措施。每份报告都需要经过专业人员审核，确保其准确性与完整性。调校记录和报告的管理不仅有助于企业进行长期的设备维护规划，还能为安全管理部门提供决策依据，帮助判断传感器是否达到安全使用标准。为了确保数据的可靠性，这些记录和报告还应按照规定的周期进行审查和更新，避免信息滞后，确保企业能够及时掌握设备的实时状态。

## 5 优化矿用传感器调校工艺的策略

### 5.1 新技术在调校中的应用

矿用传感器调校工艺的优化离不开新技术的支持。随着自动化、数字化技术的迅速发展，传统的手动调校方式逐步向智能化调校转变。新一代的传感器调校设备采用了精密的自动控制技术，使得调校过程更加高效和精准。利用先进的传感器校准设备，可以精确模拟传感器在不同环境条件下的工作状态，从而对其性能进行全面评估和调校。通过大数据分析技术，可以实时监控调校过程中的各项参数变化，自动调节和优化调校方案。人工智能算法的应用，使得调校过程中的误差分析和预判更加准确，有助于及时发现潜在的性能问题，避免不必要的调整和维护。智能化的调校设备还可以生成详细的调校数据报告，为后续的维护和性能评估提供数据支持。云计算技术的应用使得调校数据能够在多个地点进行共享和分析，提升了调校工作的信息化程度和操作便捷性。

### 5.2 多传感器协同调校模式

在矿山环境中，单一传感器的调校往往无法完全反映出工作环境的复杂性。为了提高矿山监测系统的整体性能，越来越多的矿山开始采用多传感器协同调校模式。通过将多个传感器的数据进行对比分析，可以更全面地评估矿山环境的真实情况，优化各类传感器的工作参数<sup>[5]</sup>。

协同调校模式不仅能够提升单一传感器的测量精度，还能使多个传感器之间形成互补，避免某一传感器失效时对整体监测系统的影响。在实际操作中，通过多传感器的联合调校，可以消除因环境因素带来的误差，确保所有传感器在同一工作环境下发挥最佳性能。多传感器协同调校还能够在数据处理时提供冗余备份，使得监测数据更加可靠，降低数据偏差对矿山安全带来的风险。通过优化调校流程和加强传感器间的数据同步，可以有效提升整个监测系统的稳定性和准确性。

### 5.3 提高调校工艺效率的措施

提高矿用传感器调校工艺的效率对于保证生产安全和降低维护成本具有重要意义。在调校流程中，减少不必要的操作步骤，简化调校流程可以有效提升调校效率。采用自动化调校设备替代传统的手动调校，可以减少操作过程中的人工干预，提高调校的一致性和精度。调校时，依据传感器的工作环境特点，制定科学合理的调校方案，避免过度调校或不必要的多次调校，节省调校时间和人力成本。通过实时数据采集与分析技术，能够快速评估传感器的工作状态，并根据数据自动调整调校方案，提升调校工作的灵活性与精准性。采用模块化调校工具和标准化调校流程，有助于减少不同设备之间的调校差异，使得调校过程更加高效、便捷。定期评估调校流程的效能，根据技术发展和环境变化优化调校策略，可以持续提高调校工艺的整体效率，确保矿山设备在最高效、最稳定的状态下运行。

## 6 结语

定期调校矿用传感器对于确保监测数据的准确性和矿山安全具有重要意义。规范化调校工艺的实施不仅能提高传感器的性能，还能有效减少安全隐患。随着技术的不断进步，优化调校工艺将进一步推动矿山安全管理的精细化，为矿山行业的发展提供坚实的技术保障。

## 参考文献:

- [1] 张峥瑶.芯片国产化替代后矿用传感器的检测方法研究[J].科技创新与应用,2025,15(22):149-152.
- [2] 万勇.磁谐振无线充电技术在矿用传感器上的应用研究[J].自动化仪表,2025,46(06):53-57+64.
- [3] 李彦鲁.矿用传感器自动化装配的创新设计与实现[J].煤矿机械,2025,46(04):125-128.
- [4] 龙秉政,杨大山.基于 SMC 复合材料矿用 NO<sub>2</sub> 传感器外壳设计[J].煤矿机械,2023,44(08):22-24.
- [5] 钟鹏飞.矿用甲烷传感器自动检定系统的研究[D].中国矿业大学,2023.