

压力表的计量检定与校准分析

李 皓 张卫华 杨 肖 陈 希
中检西部检测有限公司 陕西 西安 710032

摘 要：本文旨在深入探讨压力表的计量检定与校准工作，分析其在确保压力表准确性和可靠性方面的重要性。通过对压力表计量检定与校准的流程、方法、常见问题及改进措施进行全面剖析，揭示提升压力表测量精度和稳定性的有效途径。研究成果对于指导压力表计量检定与校准工作的实践，提高工业生产、科研实验等领域的测量水平具有重要意义。

关键词：压力表；计量检定；校准分析

引言：压力表作为工业生产、科研实验等领域广泛应用的测量工具，其准确性和可靠性直接关系到产品质量、生产安全以及科研成果的可信度，在使用过程中，压力表可能会受到各种因素的影响，导致测量精度下降。因此对压力表进行定期的计量检定与校准显得尤为重要。本文将从多个角度对压力表的计量检定与校准进行分析，以期对相关工作提供有益的参考。

1 压力表的基本结构及原理

压力表是一种以弹性元件为敏感元件，测量并指示高于环境压力的仪表。其结构一般包括可测量压力的感受器件、传感器、电路板（如有）、指针指示器或数字显示屏（部分现代压力表可能具备）等部分。具体来说，压力表通过表内的敏感元件（如波登管、膜盒、波纹管）的弹性形变来感知压力变化。这些敏感元件在受到压力作用时，会发生形状或尺寸的变化。随后，这种压力形变通过表内机芯的转换机构被传导至指针，引起指针的转动，从而在表盘上显示出相应的压力值。以波登管压力表为例，波登管敏感元件是弯成圆形、截面积显椭圆形的弹性C形管。它的一端固定，一端活动，当受到压力作用时，波登管会发生弹性形变，进而带动机芯的转换机构，使指针转动并指示出压力值。压力表还可能配备其他功能部件，如溢流孔（用于在波登管爆裂等紧急情况下释放内部压力，防止玻璃面板爆裂）、节流阀（用于减小脉动压力）等。

2 压力表的计量检定与校准前的准备工作

2.1 压力表的选用

在进行压力表的计量检定与校准前，首先需要正确选用压力表。选用压力表时，应考虑以下因素；（1）测量范围：根据被测压力的大小，选择具有适当测量范围的压力表。通常，被测压力应在压力表测量范围的1/3至2/3之间，以确保测量的准确性和稳定性^[1]。（2）精度等

级：根据测量要求，选择具有适当精度等级的压力表。例如，对于需要高精度测量的场合，应选用精度等级较高的压力表（如0.25级、0.4级等）。（3）介质特性：考虑被测介质的特性，如温度、腐蚀性、粘度等，选择具有相应材质和结构的压力表。例如，对于高温介质，应选用耐高温压力表；对于腐蚀性介质，应选用耐腐蚀压力表。（4）安装方式：根据安装环境和条件，选择具有适当安装方式（如径向安装、轴向安装等）的压力表。

2.2 压力表的安装方法

在正确选用压力表后，需要按照以下步骤进行安装；安装位置：将压力表安装在便于观察和读数的地方，同时避免受到振动、冲击和高温等因素的影响。安装位置应垂直或水平安装，以保证测量的准确性。连接管道：使用合适的管道和接头将压力表与被测系统连接起来。连接管道应保持清洁、畅通，避免堵塞和泄漏。紧固螺丝：使用扳手等工具将压力表固定在支架或墙壁上，确保紧固螺丝拧紧，避免松动和脱落。调试检查：在安装完成后，对压力表进行调试检查。首先，打开被测系统的阀门，使压力表开始工作；然后观察压力表的指针是否稳定、读数是否准确；最后，检查连接管道和接头是否泄漏。

数据示例：选用压力表；测量范围为0-100MPa，精度等级为0.4级，材质为不锈钢，安装方式为径向安装。安装位置；距离地面1.5米，垂直安装。连接管道；使用DN15的不锈钢管道和接头进行连接。紧固螺丝；使用M6的螺丝进行固定，拧紧力矩为20N·m。通过以上步骤和数据，可以确保压力表的正确选用和安装，为后续的计量检定与校准工作打下坚实的基础。

3 压力表计量检定的常见问题

3.1 液位的影响

在压力表计量检定过程中，液位的变化是一个常见

问题。由于被测介质的液位不稳定,可能导致压力表读数出现波动,进而影响检定结果的准确性。液位的变化可能源于多种因素,如被测系统的压力波动、介质温度的变化、管道内气泡或杂质的干扰等。这些因素共同作用,使得液位成为影响压力表计量检定结果的重要因素之一。

3.2 标准器的选择

标准器的选择也是压力表计量检定中的一个常见问题。在实际操作中,有时会出现选用的标准器精度不够或不符合检定要求的情况。这可能是由于对标准器的了解不足、选择不当或未经过校准等原因造成的。标准器的精度和稳定性直接关系到压力表计量检定的准确性,因此选择正确的标准器至关重要。

3.3 压力表指针不动或弱动

在压力表计量检定过程中,有时会遇到压力表指针不动或弱动的问题。这可能是由于压力表内部存在堵塞、弹簧失效、指针松动或损坏等原因造成的。当压力表指针无法正常移动时,就无法准确反映被测介质的压力值,从而影响检定结果的准确性,指针弱动也可能导致读数困难,增加检定过程中的误差。这些问题都需要及时排查和解决,以确保压力表的正常使用和计量检定的准确性^[2]。

4 压力表计量检定与校准方法分析

压力表作为工业生产和科研实验中常用的测量工具,其准确性和可靠性对于确保生产安全、提高产品质量具有重要意义。因此对压力表进行定期的计量检定与校准显得尤为重要。

4.1 检定环境准备

在进行压力表计量检定之前,首先需要做好检定环境的准备工作。检定环境应满足一定的温度和湿度要求,以确保检定结果的准确性。一般来说,检定环境的温度应控制在 (20 ± 5) ℃范围内,湿度应不大于85%。此外,检定环境还应保持清洁、无振动和强磁场干扰,以避免这些因素对检定结果的影响。在准备检定环境时,还需要注意以下几点:(1)确保检定室内通风良好,避免由于空气不流通导致的温度分布不均。(2)使用温度计和湿度计对检定环境进行实时监测,确保温度和湿度在规定的范围内。(3)对于有特殊要求的压力表(如高温压力表、低温压力表等),应在相应的温度条件下进行检定。

4.2 压力表的检查

在进行压力表计量检定之前,需要对压力表进行全面的检查。检查压力表的外观是否完好,有无破损、变

形或锈蚀等现象。检查指针是否松动、变形或损坏,以及指针与刻度盘之间的间隙是否合适,检查刻度盘是否清晰、完整,有无刻度线脱落或模糊等现象,检查连接管道是否畅通、无泄漏,以及管道接头是否紧固,对于可拆卸的压力表,应检查其内部元件(如弹簧管、传动机构等)是否完好、无磨损或腐蚀。在检查过程中,如果发现压力表存在任何问题,应及时进行修复或更换,以确保检定工作的顺利进行。

4.3 压力表示值检定

压力表示值检定是压力表计量检定的核心环节。检定的目的是确定压力表的示值误差,即压力表读数与实际压力值之间的偏差。在进行压力表示值检定时,需要按照以下步骤进行;步骤一连接标准器:将压力表与标准器(如活塞式压力计、精密压力表等)连接起来,确保连接管道畅通、无泄漏。步骤二施加压力:通过标准器向压力表施加一系列已知的压力值,这些压力值应覆盖压力表的整个测量范围。步骤三读取示值:在每个压力值下,读取压力表的示值,并与标准器的读数进行比较^[3]。步骤四计算误差:根据压力表的示值和标准器的读数,计算每个压力点下的示值误差。步骤五记录数据:将每个压力点下的示值误差记录在检定记录表中,以便后续分析。例如,在检定一个测量范围为0-100MPa的压力表时,可以施加以下压力值:0MPa、25MPa、50MPa、75MPa和100MPa。在每个压力值下,读取压力表的示值,并与标准器的读数进行比较,计算示值误差。假设在50MPa时,压力表的示值为49.8MPa,标准器的读数为50.0MPa,则示值误差为-0.2MPa。

4.4 检定结果的分析与处理

在完成压力表示值检定后,需要对检定结果进行分析与处理。分析的内容包括示值误差的分布情况、最大示值误差以及是否满足检定规程的要求等。通过观察示值误差的分布情况,可以了解压力表的测量性能是否稳定。如果示值误差分布均匀且在一定范围内波动,说明压力表的测量性能较好;如果示值误差分布不均匀或出现较大波动,则可能需要对压力表进行进一步的调整或维修。最大示值误差是压力表在整个测量范围内示值误差的最大值。它反映了压力表测量误差的最大限度。如果最大示值误差超过了检定规程的要求(如 $\pm 1\%$ FS或 $\pm 0.5\%$ FS等),则需要对压力表进行校准或调整。根据检定规程的要求,对检定结果进行判定,如果压力表满足检定规程的要求,则可以出具检定合格证书;如果不满足要求,则需要出具检定不合格证书,并对压力表进行进一步的调整或维修。在处理检定结果时,对于检定不

合格的压力表,应详细记录不合格的原因和维修措施,以便后续跟踪和验证。对于需要校准的压力表,应根据检定结果确定校准点和校准方法,并进行相应的校准操作。对于长期使用的压力表,应定期进行检定和校准,以确保其准确性和可靠性。

5 改进压力表计量检定与校准工作的措施

压力表作为工业生产、科研实验等领域不可或缺的测量工具,其准确性和可靠性直接关系到产品质量、生产安全以及科研成果的可信度。加强压力表计量检定与校准工作,确保压力表的准确性和稳定性,具有极其重要的意义。

5.1 完善制度建设

在压力表计量检定与校准工作中,完善制度建设是确保工作质量和效率的关键。首先,应制定详尽的计量检定与校准规程,这些规程应涵盖压力表的分类、检定周期、检定方法、校准标准、数据处理等方面,为工作人员提供明确的工作指导和操作规范。规程的制定应基于国家标准和行业规范,同时结合实际情况,确保既符合法规要求,又具备可操作性。其次,建立严格的检定与校准管理制度,这包括检定与校准工作的计划制定、任务分配、过程监控、结果审核等环节。通过制度化管

5.2 提高人员素质

人员是压力表计量检定与校准工作的主体,其素质和能力直接影响工作质量和效率。应加强人员的专业培训和技能提升,通过组织内部培训、外部培训、技能竞赛等方式,提高人员的专业知识水平和实践操作能力。培训内容应包括压力表的原理、结构、检定方法、校准技术等方面,同时注重培养人员的分析问题和解决问题的能力。建立人员考核机制,通过定期考核,检验人员的学习成果和工作表现。考核机制应公平、公正、

公开,既能激励人员积极学习、努力工作,又能及时发现并纠正人员存在的问题。还应加强人员的职业道德教育,通过加强法律法规、职业道德等方面的教育,提高人员的法律意识和职业操守,确保在工作中严格遵守法规要求,保持公正、客观、严谨的工作态度^[4]。建立人员激励机制,通过设立奖励基金、晋升机会等方式,激励人员积极参与工作改进和创新,为压力表计量检定与校准工作的发展贡献力量。

5.3 提升校准设备精度

校准设备是压力表计量检定与校准工作的重要工具,其精度直接影响检定与校准结果的准确性。在采购校准设备时,应充分考虑其精度等级、稳定性、可靠性等因素,确保设备能够满足检定与校准工作的要求。定期对校准设备进行清洁、保养和维修,确保其处于良好的工作状态。建立校准设备的计量溯源体系,确保设备的精度能够得到有效追溯和验证。在使用过程中,应严格按照操作规程进行操作,避免不当使用导致的设备损坏或精度下降。建立校准设备的使用记录和维护记录,便于后续的质量分析和问题追溯。随着科技的不断进步和测量技术的不断发展,新的校准技术和设备不断涌现。通过积极引进这些新技术和设备,可以进一步提高压力表计量检定与校准工作的精度和效率。

结束语

压力表的计量检定与校准是确保其准确性和可靠性的关键措施。通过严格的检定流程和精准的校准技术,能够及时发现并解决压力表存在的问题,保障其在工业生产、科研实验等领域的有效应用。未来,随着测量技术的不断进步,应继续探索更加高效、准确的检定与校准方法,为压力表的使用提供更加坚实的保障,推动相关领域的高质量发展。

参考文献

- [1]黄元媛,况严.浅谈弹簧管压力表计量检定中应注意的问题[J].计量与测试技术,2022(02):88-89.
- [2]李颖,穆生乐,国亚磊,等.压力表计量检定与校准方法分析[J].集成电路应用,2023,40(1):190-191.
- [3]石思琪,杨帆.压力表计量检定与校准方法分析[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(8):3471-3472.
- [4]柳文青.压力表计量检定与校准研究[J].智能建筑与工程机械,2024,6(1):92-94.