

# 压力表计量在现场检测中的应用与误差控制研究

李薇

江苏金陵机械制造总厂, 江苏 南京 210007

DOI:10.61369/ERA.2026020037

**摘要 :** 压力表在各类工业现场应用广泛, 确保其计量准确性与可靠性成现场检测关键。本文探究压力表现场检测应用及误差控制办法, 分析影响其计量精度因素, 像环境状况、操作手段、仪器自身精度等, 提出对应误差控制策略, 如定时校准、把控环境温度影响、运用高精度压力标准装置等, 研究显示, 合理误差控制举措可提升压力表计量精度, 保障测量结果可靠, 利于现场检测工作开展。

**关键词 :** 压力表; 计量精度; 误差控制; 现场检测; 环境因素

## Application of Pressure Gauge Measurement in Field Detection and Error Control Research

Li Wei

Jiangsu Jinling Machinery Manufacturing General Factory, Nanjing, Jiangsu 210007

**Abstract :** Pressure gauges are widely used in various industrial fields, and ensuring their measurement accuracy and reliability is the key to field detection. In this paper, the application and error control methods of on-site detection of pressure gauges are explored, and the factors that affect their measurement accuracy, such as environmental conditions, operation methods and instrument accuracy, are analyzed, and corresponding error control strategies are put forward, such as timing calibration, controlling the influence of environmental temperature, using high-precision pressure standard devices, etc. The research shows that reasonable error control measures can improve the measurement accuracy of pressure gauges, ensure the reliability of measurement results, and facilitate the development of on-site detection.

**Keywords :** pressure gauge; measurement accuracy; error control; on-site inspection; environmental factor

## 引言

压力表是工业现场检测常用仪器, 在电力和航空等行业生产流程中应用普遍, 工业自动化与智能化发展, 使压力表计量精度和可靠性成为保障生产安全与产品质量的重要支撑, 不过, 现场使用环境复杂, 影响压力表精度的因素繁杂, 特别是在高温、低温、潮湿、震动等环境下, 压力表测量误差较难避免, 为保证测量结果准确可靠, 需采取有效误差控制手段, 本文将研究压力表现场检测应用及误差控制方法, 为实际应用提供理论与技术支撑。

## 一、压力表的工作原理与应用概述

### (一) 压力表的工作原理

压力表用于测量并显示气体或液体压力, 其原理一般是压力使传感器元件形变, 再经相应机械或电气装置把形变转换为可读压力值。液柱压力表依据液体密度差原理, 以液体柱高度变化反映压力, 多用于低压环境; 弹簧压力表靠弹簧变形测压, 常见于中低压场合; 应变式压力表通过压力下材料的应变来测量, 能借电阻变化传递压力信号, 多用于有高精度、高稳定性要求的测量。

液柱压力表测量精度常在1%以内, 应变式压力表用于高精度测量时, 误差能控制在0.25%以下; 常见压力表量程依压力范围

需求, 从几帕斯卡到数百兆帕都有, 比如, 0 - 10 kPa 的低压测量适合用液柱压力表, 而0 - 10 MPa 的中高压应用, 应变式压力表更为合适。

### (二) 压力表的应用领域

压力表于工业现场应用广泛, 在电力、航空航天等高危行业, 其精确度直接关乎生产安全与产品质量。以航空航天维修领域为例, 维修检测时用压力表监测液压系统压力, 保障飞行器地面试验与维修安全; 航空航天维修中, 用其监控密: 封舱、管路及压力容器的压力变化, 避免压力异常导致结构损伤或密封失效; 在航空地: 面保障与维修环节, 监测气瓶、增压系统等设备压力, 对防止维修故障、保障飞行安全意义重大。

保障生产安全稳定，压力表准确性十分关键；故而，不少行业使用压力表时，要求符合国家标准 GB/T 17701 - 2008《压力表的检定和使用管理规程》，此标准对压力表检定周期、误差范围及使用环境作出规定<sup>[1]</sup>。

### (三) 不同类型压力表的比较分析

压力表类型丰富，不同种类对应不同测量场景。液柱压力表工作原理简易，适用于低压环境，精度不高，多用于压力范围小的测量，误差范围一般在  $\pm 1.5\%$  至  $\pm 2.5\%$ ，适用于实验室或非高精度应用。

弹簧压力表颇为常见，通过内部弹簧形变感知压力变化，适用于中等压力环境，测量精度通常处于  $\pm 2\%$  到  $\pm 3\%$ ，常用于常规工业测量；应变式压力表因高精度与良好稳定性，在高精度、长周期的工业生产环境中应用广泛，误差可控制在  $\pm 0.25\%$  上下，适用于航空航天、核电等对精度要求高的行业<sup>[2]</sup>。

## 二、影响压力表计量精度的因素分析

### (一) 环境因素的影响

环境因素如温度、湿度和振动，会对压力表测量精度造成影响，极端环境下影响更甚。温度变化是常见影响因素，多数压力表性能会随温度改变出现偏差，比如温度升高时，压力表内弹簧或传感元件会热膨胀，或材料性质改变，使测量结果有误差；按照 GB/T 17701 - 2008《压力表的检定和使用管理规程》标准，常见压力表工作温度在  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $60^{\circ}\text{C}$ ，超出该范围，测量误差显著增加，幅度在  $1\% - 5\%$ 。

湿度会影响压力表稳定性，电子式或用传感器的压力表，湿气会致电路短路或有信号噪声，影响测量精度，机械式压力表在高湿度环境久用，机械部件会腐蚀，影响测量；振动也影响压力表准确性，高振动环境中，读数不稳定，降低现场测量可靠性<sup>[3]</sup>。

### (二) 压力表本身的误差源

压力表的设计、制造精度与材料选用，都会对其使用时的准确性和稳定性产生直接影响，内部传感器、弹簧、测量管等部件的材质和加工工艺，很大程度上决定了它的性能。传统机械式压力表制造时，部件配合精度易受加工误差干扰，致使其误差较大，通常误差处于  $0.5\% - 2\%$ ；现代电子式压力表误差精度多在  $0.25\% - 1\%$ 。

压力表的测量范围也显著影响其准确度，在量程范围两端，压力表精度往往欠佳，所以，选用压力表时，要依据实际测量范围挑选合适的量程与精度，例如部分高精度应变式压力表在  $0 - 2\text{ MPa}$  范围内，精度能达到  $\pm 0.25\%$ ，超高压范围的压力表精度则可能稍降<sup>[4]</sup>。

### (三) 操作与维护的影响

操作失误与维护欠缺会对压力表精度造成影响，使用压力表时操作不规范（如错误安装、过度震动或压力过载等）可能使压力表性能降低、产生永久性误差，比如安装不当会让内部零件承受不均匀应力，进而影响测量结果；而且，若不定期检定与校准，压力表和标准压力源之间会出现偏差，依据国家标准 GB/T 26322 - 2010《压力表的检定周期规定》，使用一年后需进行一次校准检查，以此保障测量结果准确。

定期校准与检查压力表性能是保证其精度的有效办法，对比高精度标准压力源能及时察觉并纠正偏差，防止误差对生产过程产生不良作用，通常，机械式压力表和电子式压力表校准周期分

别为1年和2年，但校准周期或根据使用频率与工作环境差异调整<sup>[5]</sup>。如表1所示。

表1 环境因素对压力表精度的影响及误差幅度

环境因素	影响描述	误差幅度
温度	高温导致热膨胀，低温导致材料变脆	1%-5%
湿度	湿气引起电路短路或腐蚀，影响信号稳定性	0.5%-3%
振动	振动引起机械组件的位移，造成读数不稳定	1%-3%

## 三、现场检测中压力表的误差控制方法

### (一) 环境因素控制

环境要素对压力表测量精度的影响不容小觑，尤其当处于极端恶劣的环境里，以降低环境给压力表精度造成的波动，可采用多种管控方式，压力表安装作业进行的阶段里，尽量阻止其被置于高温、潮湿或强烈震动的场景中，为了调节温度起伏对压力表造成的冲击，可配置温度补偿器或温度感应探头，需实时跟踪并校准压力表的量值，按照 GB/T 17701-2008《压力表的检定和使用管理规程》里的规定，压力表工作阶段需杜绝温度突破其设计范畴，工作温度宜把控在  $-10^{\circ}\text{C}$  至  $60^{\circ}\text{C}$  范围内。

面对高振动场合，可借助添加减震设施或把压力表安置在牢固的基座上，弱化机械振动的干扰，防潮应对手段也不可掉以轻心，尤需聚焦于电子型压力计量表，需装设防潮罩也可挑选防水等级较高的器材，防止水汽诱发电路故障现象，依托这些行动，可明显降低环境要素对压力表测量精度的干扰，由此强化检测的精准性。

### (二) 定期校准与检定

定期校准与检定是保障压力表精准度的核心途径，依照《压力表的检定周期规定》，各类压力表需在不同周期里实施检定工作，机械类压力计一般每十二个月开展一次校准工作，同时电子式压力表的校准周期可被放宽到2年，然而在高频率运用或者极端环境中，校准周期或许得减短。

开展校准的操作阶段，应借助高精度标准压力装置实施比对操作，为保障压力表的误差维持在规范区间内，就压力区间较宽的设施，一般借助标准压力源开展校准流程，举例说明采用可调节压发生器，需保证设备输出的压力跟标准压力源一致，检定相关的结果必须实施记录并归档留存，以便溯源并快速察觉潜藏的偏差<sup>[6]</sup>。如图1所示。

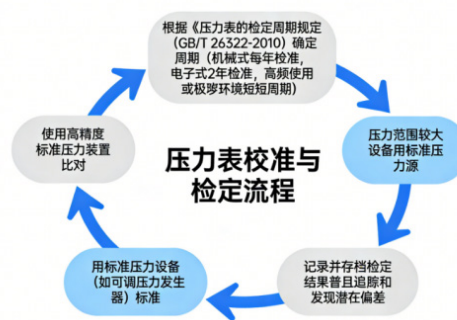


图1 压力表定期校准与检定流程图

### (三) 使用高精度标准装置

在现场借助高精准压力标准器具开展比对及校准流程，属于增强压力表测量精度的可行途径，高精度压力标准装置一般涵盖

精密传感器、数字显示仪表及可调压力发生器构成,可实现对常规压力表精度与稳定性的双重超越,采用依托压电效应的压力标准器具,精度可实现0.1%的误差阈值,能贴合高精度工业生产的要求。

采用将现场应用的压力表同标准设备进行对比,可精准捕捉压力表的偏差,并落实校准类措施实施调整,聚焦一些需高精度把控的行业,譬如航空、核电相关的范畴,采用高精度标准装置完成校准工作,可切实提高现场检测的可靠性,一些精密检测场合对压力表误差要求是0.1%以内<sup>[7]</sup>。如表2所示。

表2 压力表误差控制方法及其标准要求

控制方法	描述	标准 / 数据
环境控制	通过安装温度补偿装置、减震装置等,避免环境因素影响压力表精度	工作温度: -10°C至60°C
校准与检定	定期对压力表进行校准与检定,确保其误差在允许范围内	校准周期: 1年(机械式), 2年(电子式)
标准装置	使用高精度标准装置进行比对与校准,提升测量可靠性	精度: 0.1%以内

## 四、案例分析与应用效果

### (一) 工业现场压力表误差分析

身处某石油化工企业的生产作业区域,压力表能实现对反应釜、管道及储罐压力的监控,长久应用期间察觉,压力表的读数偏差缓慢攀升,降低了生产环节里安全监控的精准度,凭借现场数据的梳理,实验证实环境温度、湿度及设备振动是致使压力表误差的核心诱因。温度震荡幅度偏大,尤其在盛夏炎热之际,液体压力表及弹簧压力表的误差跨度达到了2%-3%的区间,厂区内的设备振动程度偏强,造成机械型压力表的读数波动,误差可达到的峰值是5%,按照GB/T 17701-2008《压力表的检定和使用管理规程》,该企业未按周期做到压力表的校准,有部分设备逾越了规定的检定周期时长,误差引发的问题进一步升级。

聚焦这一问题,该公司实施多方面措施推进优化,为高温区域的压力表添加了温度补偿装置,缓解温度变动对测量结果的干扰,安装了阻尼构件,意图削弱设备晃动对压力表造成的干扰,延长了校准周期,且需严格按照标准准则推进定期检定事宜,务必保证压力表的精准度在允许误差范围内<sup>[8]</sup>。

### (二) 误差控制措施的应用效果

身处某电力单位范畴,监测锅炉蒸汽系统压力时可采用压力表实施,该企业于实际操作阶段内,查明出于压力表精准度偏低,造成特定核心系统的压力值波动偏差明显,进而干扰了锅炉运转的安全水准,聚焦这一问题,该公司计划落实一系列覆盖全

面的误差把控举措,实施环境升级举措,防止温湿度变动对压力表工作的干扰;所有压力表都依照既定周期实施了检定,还与高精度压力标准装置实施了校准比对,专门聚焦于锅炉系统的高温高压区域,配置了专属的温度补偿装置。

推行此类举措后,压力表的精准度实现了明显增强,当测试实施阶段里,精度从过往的 $\pm 3\%$ 提升至 $\pm 0.5\%$ 以内,成功防范了因测量误差引发的安全隐患,维持了锅炉系统的平稳运转,该电力企业又把这一经验推广到其他部门,分阶段达成全厂压力表的精确管控<sup>[9]</sup>。

### (三) 未来发展方向

伴随智能科技的不断迭代,今后的压力表的精确表现与可靠性将进一步提升,智能化压力表依托融合前沿传感技术、数据处理性能及无线通信模块,可对压力数据进行实时把控,且能自动跟中央监控系统进行数据互通工作,此类智能压力表可辨识环境变化,并实施自我调适,为维持精度的稳定水平。

远程监控系统的应用有望成为压力表未来发展的关键趋势,依托远程监控中心,操作专员可实时查看现场压力数据并实施远程调整及维护操作,绕开了传统现场人工检测的弊端,该技术的引入实施,打算进一步强化压力表的测量精度,降低人为操作差错率,给工业现场安全作业提供更稳固的保障防线<sup>[10]</sup>。如表3所示。

表3 误差控制措施应用效果

控制措施	具体应用	精度提升
环境优化	温度补偿、减震装置、校准周期优化	$\pm 2\% \rightarrow \pm 0.5\%$
校准与检定	定期检定,使用高精度标准装置	$\pm 3\% \rightarrow \pm 0.5\%$
智能化技术	集成传感、数据处理与远程监控	提高精度与可靠性

## 五、结语

压力表作为工业现场核心的测量器具,其精准性直接作用到生产流程的安全及质量,借助对环境条件、设备固有偏差以及操作维护等范畴的分析,可察觉出关乎压力表精准度的关键诱因,且实施有效的误差防控办法,定期进行校准、采用高精度标准设备、以及环境提升等手段,可明显优化压力表的计量精度水平,维持测量所得结果的可靠性,伴着智能化科技及远程监控系统的升级,压力表的精准度及稳性会更上一层楼,促进工业现场检测的智能自动化与自动化,此类举措的落实,还降低了由测量误差引发的安全隐患,也给各产业的运营赋予了更加扎实的技术后盾。

## 参考文献

- [1] 乔淑梅. 压力表检定与校验中误差来源及其对计量精度的影响研究[J]. 中国质量监管, 2025(08):90-91.
- [2] 卞敏. 基于不确定度分析的精密压力表计量精度研究[J]. 质量与市场, 2025(06):60-62.
- [3] 王赛丽. 压力表计量检定中的影响因素及改进措施[J]. 品牌与标准化, 2025(02):211-213.
- [4] 同敏慧. 精密压力表检定技术与误差控制研究[J]. 品牌与标准化, 2025(06):270-272.
- [5] 赖文豪. 高精度数字压力表在桥梁健康监测中的误差分析与修正[J]. 计量与测试技术, 2025, 51(11):58-62.
- [6] 滕立敏. 压力表计量校准中误差来源分析与精准度提升策略[J]. 中国品牌与防伪, 2025(13):90-92.
- [7] 李静. 压力表计量的计量误差评价与校准[J]. 大众标准化, 2025(18):196-198.
- [8] 马瑞丽. 建筑工程中机械式压力表的检定误差与控制方法[J]. 大众标准化, 2025(12):196-198.
- [9] 邢雪楠. 压力表计量检定中的常见问题和控制措施分析[J]. 科技资讯, 2025, 23(11):81-83.
- [10] 高媛媛, 张清宇. 关于工业压力表计量检定要点的分析[J]. 中国标准化, 2025(09):239-242.