

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF××—××××

岩土工程用振弦式压力计校准规范

Calibration Specification for Vibrating Wire Pressure Gauges for

Geotechnical Engineering

(编制说明)

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

岩土工程用振弦式压力计校准规范

编制说明

一、任务来源

2019年3月，湖南省计量检测研究院申请编写《岩土工程用振弦式压力计校准规范》国家计量校准规范。2019年9月全国压力计量技术委员会同意立项上报，国家市场监督管理总局以市监计量[2020]38号文正式批准立项，2020年6月全国压力计量技术委员会以信函形式通知湖南省计量检测研究院。

二、制定规范的必要性

随着我国基础工程建设的发展，压力测量在隧道、桥梁、大坝等领域得到越来越广泛的应用。岩土工程用压力计主要分为土压力计和孔隙水压力计两种，土压力计也叫土压力盒，用于各种条件下土体内部应力测量，应用于公路、铁路、堤坝、矿山等行业路基、抗滑桩、挡土墙、隧道等工程土压力测量；孔隙水压力计也叫渗压计，用于测量建筑、铁路、交通、水电、大坝、隧道等构筑物内部孔隙水压力或渗透压力；按照传感器工作原理可分为：振弦式、光纤光栅式、电阻应变式、差动电阻式、气压式、电感调频式等，其中振弦式压力计使用最为广泛，由于振弦式压力计两种主要的形态土压力计和孔隙水压力计都用于岩土工程领域，因此本规范名称为：岩土工程用振弦式压力计，以下简称压力计。压力计在使用过程中的性能和压力参数的准确性关系工程质量安全。随着压力计工艺的成熟和广泛应用，其量值溯源需求正逐步增加，因此岩土工程用振弦式压力计的校准势在必行。

目前对压力计进行校准一般参照其他压力计量技术规范，如JJG 860《压力传感器（静态）》或者JJG 875《数字压力计》，但这些技术规范与压力计量值溯源实际的要求相差较大，主要表现在：压力计使用地点为户外的岩土、水坝等非温控场所，我国幅员辽阔，部分地区昼夜温差较大，必须要考虑温度对压力计输出的影响；岩土应力和环境温度共同影响了压力计的输出，因此压力计输出频率的平方应与施加的压力成线性关系，在校准过程中需要考虑标准压力和压力计温度对输出频率的影响。

基于以上原因，有必要制定岩土工程用振弦式压力计国家计量校准规范，以此完善岩土工程用振弦式压力计的量值溯源途径，适应我国压力量值溯源的需要。

三、规范制订简要过程

1. 规范修订任务批准立项后，起草小组在思想上、技术上、资料上作了充分的准备工作。

2. 起草小组查阅了与土工程用振弦式压力计相关的技术规范，包括国家标准、国家检定规程和校准规范、行业标准和部门检定规程，对压力计的技术属性和测试方法有了较为全面的了解。

3. 起草小组对岩土工程用振弦式压力计的主要生产厂家和使用单位进行了大量的调研并广泛听取了意见，对产品的生产状况、出厂检验方法、压力计校准规范的溯源方法有了较深的了解和认识。

4. 规范起草人在调研和听取意见的基础上，编写完成初稿，在起草小组内部进行征求意见并讨论相关问题，根据起草小组的讨论结果及时进行修改，通过实验形成数据支撑，提交征求意见稿。

四、主要制定内容

1 范围

本规范针对的对象是测量上限不超过 10MPa 的岩土工程用振弦式压力计。该测量上限参考了国家标准 GB/T 23872.1-2009《岩土工程仪器 土压力计 第 1 部分：振弦式土压力计》4.3 条以及压力计使用单位的实际需求。

2 引用文件

术语定义参考了 JJF 1008-2008《压力计量名词术语及定义》等，参考引用了国家标准 GB/T 13606-2007《土工试验仪器 岩土工程仪器 振弦式传感器通用技术条件》、国家检定规程 JJG 860-2015《压力传感器》的部分内容，如计量特性、技术指标要求和校准项目等。

3 术语定义

为有效说明本规范的条文，对一些专用名词术语进行了定义及直接引用。

4 概述

描述了岩土工程用振弦式压力计的用途、原理和结构。

5 计量性能要求

压力计的主要计量特性有：零位漂移、重复性、迟滞、线性度、综合误差、温度补偿系数。

零位漂移的技术要求，与 JIG 875-2019 《数字压力计》要求基本一致。

重复性、迟滞、线性度等计量特性的技术要求，与 JIG 860-2015 《压力传感器》要求基本一致。

综合误差和温度补偿系数等计量特性的技术要求，与 GB/T 13606-2007 《土工试验仪器 岩土工程仪器 振弦式传感器通用技术条件》要求基本一致。

6 校准条件

6.1.1 环境条件

环境条件参考了常规压力计量器具的校准需求，因涉及温度影响对压力计输出的修正，对校准过程中的温度波动度提出要求。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 标准器

岩土工程用振弦式压力计的校准，可采用活塞式压力计、数字压力计和自动标准压力发生器等作为标准器，通过直接比较法提供标准压力值。

温度影响试验需要高低温试验箱等，对试验箱的均匀性和波动度提出要求。

采用频率读数仪进行输出值的测量，频率读数仪应满足 JJF 1401-2013 《振弦式频率读数仪》的要求。

6.2.2 其他仪器和辅助设备

主要考虑压力测量过程中需要压力源，压力计与标准器连接需要相应的配套设备，配套设备的密封性应能满足校准过程中压力计能获得稳定的输出值。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目为：零位漂移、重复性、迟滞、线性度、综合误差、温度补偿系数，合计校准项目共 6 项。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

主要对恒温要求、安装连接要求进行校准前准备。目的是使压力计与环境之间达到充分的热平衡，排除压力计稳定输出不利的影晌。

7.2.2 通电预热

通电预热主要是使压力计的敏感元件通电后产生的热效应与环境之间达到平衡，降低温度波动的影响。

7.2.3 预加压及密封检查

目的是检查系统密封性是否满足校准要求。通过预加压减少气体的影响，使岩土工程用振弦式压力计的感压元件性能校准更真实。

7.2.4 数据预处理

为了便于后续计算，将压力计的频率输出转化为频率模数的变化量（部分厂家的频率读数仪具备此功能），因工作原理的差异性，一般而言，土压力计的输出频率与输入压力成正比，孔隙水压力计的输出频率与输入压力成反比，频率模数的系数是为了保证以上两类压力计的输出值经预处理后都与输入压力成正比，便于统一后续的技术指标计算方法。

7.2.5 零位漂移

目的是检查压力计的短期输出稳定性。

7.2.6 输出值校准

正反行程为一个校准循环，压力计应至少进行三个循环的校准。重复性是非常重要的技术指标，因此需要考核重复性指标，进行至少三个循环的校准。

7.2.7 校准曲线的确定

通过 n 个正反行程的输出值数据可计算出正行程校准曲线、反行程校准曲线和平均校准曲线。

7.2.8 工作直线的确定

根据以上试验步骤获得的数据，根据国家标准和行业惯例的要求，使用最小二乘法进行线性拟合，可得拟合直线的斜率（灵敏度）和截距。

7.2.9 满量程输出值

根据拟合直线斜率和压力计实际量程，可得压力计的满量程输出值。

7.2.10 重复性

根据同一校准点在升、降压行程共有 $2n$ 个输出值，通过贝塞尔公式计算该校准点的标准偏差，重复性为其中的最大者。

7.2.11 迟滞

迟滞为同一校准点正行程输出值的算术平均值和反行程输出值的算术平均值之差中的最大者。

7.2.12 线性度

线性度为各校准点输出值的算术平均值与工作直线的差值中的最大者。

7.2.13 综合误差

综合误差为正、反行程输出值的算术平均值与工作直线的差值中的最大者。

7.2.14 温度影响系数

考虑到压力计使用环境温度变化可能偏离参考温度较大，因此有必要考虑温度对压力计输出的影响，并以此对工作直线进行修正。

8 校准结果的表达

依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》，校准结果表达进行了详细描述。

9 复校时间建议

复校时间间隔受压力计使用情况和本身质量决定，因此仅给出了建议性复校时间间隔为 1 年。