



北京市地方计量技术规范

JF（京）XX—XXXX

液态红油式差压计校准规范

Liquid red oil type differential pressure gauge

（征求意见稿）

XXXX—X—XX 发布

XXXX—X—XX 实施

北京市市场监督管理局发布 发布

过氧化氢检测仪校准规范

liquid red oil type differential
pressure gauge

JJF(京) XX-XXXX

归口单位：北京市市场监督管理局

起草单位：北京市大兴区计量检测所

参加起草单位：

本规范委托*****负责解释

目 录

引言..... (II)

1 范围..... (1)

2 引用文件..... (1)

3 术语和计量单位..... (1)

3.1 术语..... (1)

3.2 计量单位..... (1)

4 概述..... (2)

5 计量性能..... (2)

5.1 准确度等级和示值误差..... (2)

5.2 回程误差..... (3)

5.3 密封性..... (3)

5.4 调零装置..... (3)

6 校准条件..... (3)

6.1 环境条件..... (3)

6.2 标准器..... (3)

6.3 其他仪器和辅助设备..... (3)

7 校准项目和校准方法..... (3)

7.1 调零装置..... (3)

7.2 示值误差..... (4)

7.3 回程误差..... (5)

7.4 气密性检查..... (5)

8 校准结果的表达..... (5)

9 复校时间间隔..... (5)

附录 A 液态红油式差压计校准原始记录格式..... (6)

附录 B 校准证书内页信息及格式..... (7)

附录 C 液态红油式差压计测量不确定度评定..... (8)

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1008-2008《压力计量名词术语及定义》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性规范。

本规范主要参考了JJG52-2013《弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表》国家计量检定规程的基本原则进行制定。

液态红油式差压计校准规范

1 范围

本校准规范适用于测量范围不大于 $(-20\sim 1000)$ Pa 的液态红油式差压计的实验室或现场校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG49-2013《弹性元件式精密压力表和真空表》

JJG52-2013《弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表》

JJG573-2003《膜盒压力表》

JJG 2071-2013《 $(-2.5\sim 2.5)$ kPa 压力计量器具检定系统表》

GB50073-2013《洁净厂房设计规范》

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 术语

下列属于和 JJF1001-2011、JJF1008-2008 中界定的其他术语适用于本校准规范。

3.1.1 液态红油式差压计 liquid red oil type differential pressure gauge

以液态仪表油作为介质，通过油液在刻度管中的位置来测量两个相关压力之间的微小差值。

3.1.2 高压端 high pressure

差压计的高压连接端，一般标有“High”、“H”或“+”。

3.1.3 低压端 low pressure

差压计的低压连接端，一般标有“Low”、“L”或“-”。

3.1.4 分度值变换点 transformation point of division

某一测量点之前和之后的行程有不同的分度值，液态红油式差压计一般有三个不同分度值，故有两个分度值变换点，分别称为分度值变换点 1、分度值变换点 2。

3.2 计量单位

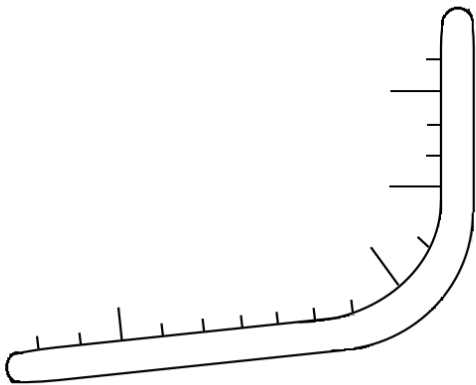
液态红油式差压计的法定计量单位为帕[斯卡](Pa)。

4 概述

液态红油式差压计主要用两个不同区域间的压力差监测。

液态红油式差压计的工作原理是基于流体静力学原理，利用液注间的高度差所产生的压力与输入压力平衡的方法进行压力测量的计量器具，工作介质为无毒、无害的性能稳定的仪表油，一般为红色。它的测量管的结构为倾斜部分-拐弯部分-垂直部分，由三种形态组合而成，其测量范围通常不大于（-20～1000）Pa，其结构示意图如图 1 所示。

图 1



5 计量性能

5.1 准确度等级和示值误差

液态红油式差压计的准确度等级为 3 级，其示值误差应符合表 1 的规定。

表 1

测量范围	最大允许误差
测量范围<分度值变换点 1	$\pm 3.2\text{Pa}$
分度值变换点 1 $\leq$ 测量范围<分度值变换点 2	± 1 个分度值或者满量程 $\pm 3\%$ （选取二者中绝对值较小者作为该段测量范围的最大允许误差）
分度值变换点 2 $\leq$ 测量范围	± 1 个分度值或者满量程 $\pm 3\%$ （选取二者中绝对值较小者作为该段测量范围的最大允许误差）

注：此最大允许误差为建议值，若被校准仪器示值误差超出最大允许误差，需要在校准报告中明确指出。

5.2 回程误差

液态红油式差压计的回程误差一般不大于最大允许误差限的绝对值。

5.3 密封性

在测量上限处，液态红油式差压计的示值应该无变化。

5.4 调零装置

液态红油式差压计应该具有调零装置，并能够灵活可靠进行调零。

6 校准条件

6.1 环境条件

a) 环境温度：(20±2)℃；

b) 环境湿度：≤85%RH；

c) 环境压力：大气压；

校准前，被校仪器应在以上规定的环境条件下至少静置 2h。

仪表在校准过程中，不应有影响校准读数的震动源以及气体流动等干扰。

6.2 标准器

标准器最大允许误差的绝对值不应大于被校准的液态红油式差压计示值最大允许误差的 1/3。

可供选择的标准器有：

a) 数字式压力计；

b) 补偿式微压计；

c) 气体活塞式压力计；

d) 其他误差符合要求的压力标准器。

6.3 其他仪器和辅助设备

a) 压力发生装置；

b) 压力导管等连接设备；

c) 温度、湿度测量设备。温度测量范围(0~50)℃，分度值为 0.1℃；湿度测量设备分度值为 0.1%RH。

7 校准项目和校准方法

7.1 调零装置

旋转液态红油式差压计的调零装置旋钮，应符合 5.4 条的要求。

7.2 示值误差

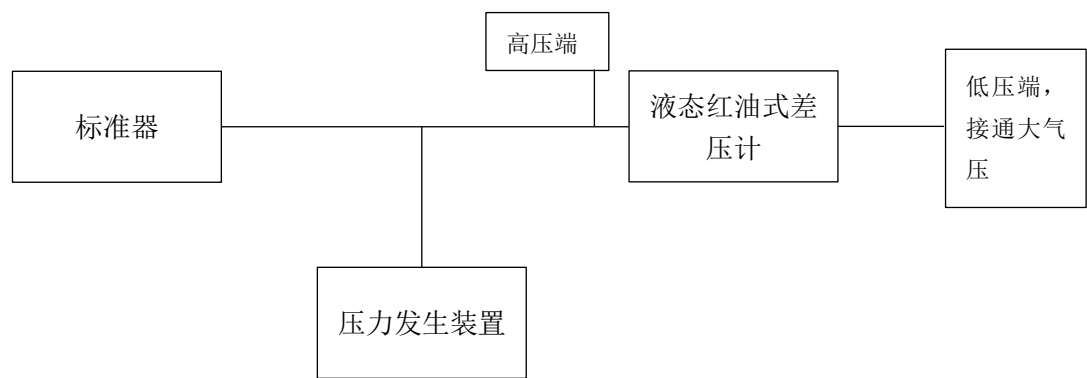
7.2.1 校准前的准备工作

- a) 多次对液态红油式差压计进行加压、减压，使得整个测量范围内量管内壁得到介质的浸润，排除介质内积存的气泡及内壁的液滴。
- b) 调零装置完成调整后，整个校准过程不得再转动调零旋钮。
- c) 调整液态红油式差压计的位置，使得水平装置中气泡处于中心位置。

7.2.2 示值误差校准

采用液态红油式差压计示值与标准器数值进行直接比较的方法进行校准，压力导管的连接方法为，压力发生装置与标准器和液态红油式差压计的高压端相连接，被校差压计低压端与大气相连，连接示意图如图 2 所示。

图 2



校准时，从零点开始，选取标有数值的刻度线作为校准点，校准点应该均匀、合理分布在全量程范围内，选取校准点需包含各分度值变换点，读数时，应该读取介质弯液面下沿处与刻度线水平相切位置的数值，读数按照 1/5 分度值估读。整个校准过程包括正反各一个行程，具体操作为从零点开始，依次加压至各校准点，直至选取的测量上限，在每个校准点读数稳定后，分别记录差压计示值和标准器示值，然后从选取的测量上限依次减压至各校准点并记录数值。

7.2.3 示值误差计算

液态红油式差压计示值误差按照下式计算：

$$\Delta P = P_R - P_S$$

ΔP ——液态红油式差压计示值误差, Pa

P_R ——液态红油式差压计示值, Pa

P_S ——标准器的示值, Pa

7.3 回程误差

回程误差的校准与示值误差的校准是同时进行的,同一校准点升压、降压时两示值之差的绝对值即为液态红油式差压计的回程误差。

7.4 气密性检查

对液态红油式差压计示值误差进行校准的过程中,当加压到测量上限时,切断压力源,观察示值,并保持 3min,应符合 5.3 条的规定。

8 校准结果的表达

完成校准后,给出相关数据并出具校准证书,若某个校准项目不符合规范给出的建议技术指标,需要在校准报告中明确予以指出。

9 复校时间间隔

用户可根据具体使用情况自行确定复校时间间隔,建议不超过 1 年。

附录 A

液态红油式差压计校准原始记录格式

送校单位 _____；校准证书编号：_____；
 生产厂家 _____；出厂编号 _____；测量范围 _____；
 准确度等级 _____；环境温度 _____℃；相对湿度 _____%RH；

计量标准装置名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量标准证书号

校准数据及处理结果

1.调零装置 _____； 2.气密性 _____；
 3.示值误差 _____ 单位： Pa

标准器的 压力值	差压计示值		示值误差	回程误差	测量结果扩展不 确定度 U , $k=2$
	正行程	反行程			

校准员： _____ 复核员： _____

校准时间 年 月 日

附录 B

校准证书内页信息及格式

校 准 结 果

- 1. 调零装置：
- 2. 气密性：
- 3. 回程误差：
- 4. 示值误差：

标准器的 压力值	差压计示值		测量结果扩展不 确定度 U , $k=2$
	正行程	反行程	

以下空白

附录 C

液态红油式差压计测量不确定度评定

C.1 测量方法

由上一级数字压力计标准装置通过直接比较法对下一级液态红油式差压计进行测量。依据分度值的不同，选取不同测量点（测量点的选取要涵盖各段分度值）进行三个循环正反行程测量，每个测量点得到 6 个测量结果，对各测量点进行不确定度分量的计算，合成后最终得出测量不确定度并分别给出。

C.2 测量条件

温度：（20±2）℃；

湿度：不大于 85%RH；

环境压力：大气压；

标准器：测量范围为（-2.5~2.5）kPa 的 0.02 级数字压力计；

被校准器具：测量范围为（-10~600）Pa 的液态红油式差压计。

C.3 评定模型

C.3.1 数学模型

$$\Delta P = P_R - P_S$$

ΔP ——液态红油式差压计示值误差，Pa

P_R ——液态红油式差压计示值，Pa

P_S ——标准器的示值，Pa

C.3.2 灵敏度系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta P}{\partial P_R} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta P}{\partial P_S} = -1$$

C.4 测量不确定度来源

- 1) 被测液态红油式差压计重复性引入的不确定度 $u_1(P_R)$ ；
- 2) 被测液态红油式差压计分辨力引入的不确定度 $u_2(P_R)$ ；
- 3) 标准器引入的不确定度 $u_2(P_S)$ 。

C.5 不确定度分量评定

C.5.1 被测液态红油式差压计 P_R 引入的不确定度评定

C.5.1.1 液态红油式差压计 P_R 重复性引入的不确定度分量 $u_1(P_R)$

对液态红油式差压计进行三个循环的测量，依据分度值的不同在三段测量范围共选取 6 个测量点，每个测量点有 6 个读数，取算术平均值作为每个测量点的结果，标准不确定度用试验标准偏差进行评估，校准数据如下表 1 所示：

表 1

测量范围 (Pa)	标准压 力值 (Pa)	液态红油式差压计示值 (Pa)					
		第一次测量		第二次测量		第三次测量	
		正行程	反行程	正行程	反行程	正行程	反行程
$-10\text{Pa} \leq P_S$ $< 50\text{Pa}$	10	9.6	10.4	10.0	10.4	10.0	10.8
	40	37.2	38.0	37.2	38.0	37.6	38.4
$50\text{Pa} \leq P_S$ $< 100\text{Pa}$	50	47.2	47.6	47.2	48.0	47.2	48.0
$100\text{Pa} \leq P_S$ $\leq 600\text{Pa}$	100	96	96	96	96	96	98
	200	188	192	188	188	188	192
	400	388	392	388	388	388	388

根据贝塞尔公式计算出实验标准偏差，由重复性引入的不确定度分量如表 2 所示：

$$u_1(P_R) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (P_{Ri} - \overline{P_R})^2}{n(n-1)}}$$

表 2

测量范围(Pa)	标准压力值 (Pa)	示值平均值 (Pa)	$u_1(P_R)$ (Pa)
$-10\text{Pa} \leq P_S < 50\text{Pa}$	10	10.2	0.17
	40	37.7	0.20
$50\text{Pa} \leq P_S < 100\text{Pa}$	50	47.5	0.16
$100\text{Pa} \leq P_S \leq 600\text{Pa}$	100	96.3	0.33
	200	189.3	0.84
	400	388.7	0.67

C.5.1.2 液态红油式差压计分辨力引入的不确定度分量 $u_2(P_R)$

(-10~600) Pa 液态红油式差压计全量程范围内有三个不同分度值, $-10\text{Pa} \leq P_S < 50\text{Pa}$ 范围内, 分度值为 2Pa, 按照 1/5 分度值估读, 区间内按照均匀分布

计算, 取 k 值为 $\sqrt{3}$, 故 $u_2(P_R) = \frac{a}{k} = \frac{0.4}{\sqrt{3}} = 0.23\text{Pa}$ 。依次计算, 可以得出 $50\text{Pa} \leq P_S <$

100Pa 范围, $u_2(P_R) = 1.15\text{Pa}$; $100\text{Pa} \leq P_S \leq 600\text{Pa}$ 范围, $u_2(P_R) = 2.31\text{Pa}$ 。

C.5.1.3 标准不确定度 $u(P_R)$ 的合成

由于重复性引入的不确定度和分辨力引入的不确定度为强相关, 故而取其中数值较大者作为 $u(P_R)$ 的结果, 具体数值见表 3:

表 3

测量范围(Pa)	标准压力值 (Pa)	示值平均值 (Pa)	$u(P_R)$ (Pa)
$-10\text{Pa} \leq P_S < 50\text{Pa}$	10	10.2	0.23
	40	37.7	0.23
$50\text{Pa} \leq P_S < 100\text{Pa}$	50	47.5	1.15
$100\text{Pa} \leq P_S \leq 600\text{Pa}$	100	96.3	2.31
	200	189.3	2.31
	400	388.7	2.31

C.5.2 数字压力计引入的不确定度 $u_2(P_S)$ 评定

0.02 级数字压力计在 (-2500~2500) Pa 范围内, 最大允许误差为 1Pa, 区间内按照均匀分布计算, $u_2(P_S) = \frac{a}{k} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58\text{Pa}$ 。

C.6 合成标准不确定度

根据数学模型, 液态红油式差压计各不确定度分量互不相关, 灵敏度系数分别为 $c_1 = 1$, $c_2 = -1$, 合成标准不确定度 $u_c(\Delta P)$ 计算结果如下表 4:

$$u_c(\Delta P) = \sqrt{c_1^2 u(P_R)^2 + c_2^2 u(P_S)^2}$$

表 4

测量范围 (Pa)	标准压力值 (Pa)	示值平均值 (Pa)	$u_c(\Delta P)$ (Pa)
$-10\text{Pa} \leq P_S < 50\text{Pa}$	10	10.2	0.62
	40	37.7	0.62
$50\text{Pa} \leq P_S < 100\text{Pa}$	50	47.5	1.29
$100\text{Pa} \leq P_S \leq 600\text{Pa}$	100	96.3	2.38
	200	189.3	2.38
	400	388.7	2.38

C.7 扩展不确定度

合成标准不确定度近似为正态分布，k 取 2，则 $U = k u_c(\Delta P)$ ，计算结果如表 5 所示：

表 5

测量范围 (Pa)	标准压力值 (Pa)	示值平均值 (Pa)	$U (k=2)$ (Pa)
$-10\text{Pa} \leq P_S < 50\text{Pa}$	10	10.2	1.24
	40	37.7	1.24
$50\text{Pa} \leq P_S < 100\text{Pa}$	50	47.5	2.58
$100\text{Pa} \leq P_S \leq 600\text{Pa}$	100	96.3	4.76
	200	189.3	4.76
	400	388.7	4.76

