

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1173—2019

电子式井下压力计

Electronic Downhole Pressure Gauges

2019-12-31 发布

2020-03-31 实施

国家市场监督管理总局 发布

电子式井下压力计检定规程

Verification Regulation of
Electronic Downhole Pressure Gauges

JJG 1173—2019

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

参加起草单位：广东省计量科学研究院

黑龙江省计量检定测试院

本规程委托全国压力计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

吕中平 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

陈武卿 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

卓 华 （新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

参加起草人：

徐 标 （广东省计量科学研究院）

刘国峰 （黑龙江省计量检定测试院）

目 录

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	1
5 计量性能要求	2
5.1 示值误差	2
5.2 回程误差	2
6 通用技术要求	2
6.1 外观	2
6.2 绝缘电阻	2
6.3 密封性	3
7 计量器具控制	3
7.1 检定条件	3
7.2 检定项目	4
7.3 检定方法	4
7.4 检定结果处理	6
7.5 检定周期	7
附录 A 工作介质高度差引起的检定附加误差修正方法	8
附录 B 电子式井下压力计检定记录格式	9
附录 C 电子式井下压力计检定证书/检定结果通知书内页格式	10

引 言

JJF1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1008《压力计量名词术语及定义》和 JJF1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成本规程制订的基础性系列规范。

本规程参考引用了 JJG875-2005《数字压力计》国家计量检定规程的部分内容，并结合了我国实际生产使用情况和多年检定工作的实际情况，对电子式井下压力计的具体技术指标和检定方法进行了定义和解释。

本规程为首次制定。

电子式井下压力计检定规程

1 范围

本规程适用于工作温度不超过 200℃、测量上限不大于 250MPa 的电子式井下压力计（包括存储式和直读式）的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJG875 数字压力计

JJF1008—2008 压力计量名词术语及定义

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 电子式井下压力计 electronic downhole pressure gauges

由压力传感器、转换单元和存储单元组成，井下压力作用于压力传感器上，通过转换单元将压力转换为与其对应关系的数字信号，可自动存储井下被测位置的压力值。

3.2 计量单位

电子式井下压力计使用的法定计量单位为 Pa(帕斯卡)，或是它的十进倍数单位：如 kPa、MPa 等。

4 概述

电子式井下压力计（以下简称井下压力计）是一种用于测量油气田井下压力的专用仪器。井下压力计按结构原理可分为存储式和直读式两种形式。

井下压力计主要用于石油勘探开发过程中测量油气井下流动压力、地层压力、关井后的井底恢复压力及使用过程中的井内压力分布等。

井下压力计由耐高温的电路套管、传感器、信号处理单元、存储单元、传压接头等组成，其测量原理是被测压力作用于压力传感器上，输出相应的电信号或数字

信号，在存储器内存储或以数字形式直接显示压力值的压力计。

5 计量性能要求

5.1 示值误差

井下压力计的准确度等级及最大允许误差应符合表 1 的规定；井下压力计的示值误差应不超过表 1 中规定的最大允许误差。

表 1 准确度等级及最大允许误差

准确度等级	0.02级	0.025级	0.05级	0.1级	0.2级	0.5级
最大允许误差	± 0.02%FS	± 0.025%FS	± 0.05%FS	± 0.1%FS	± 0.2%FS	± 0.5%FS

5.2 回程误差

井下压力计的回程误差应不大于表1所规定的最大允许误差的绝对值。

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 井下压力计外观应无锈蚀和损坏，各连接部分无松动。使用中和修理后的井下压力计不应有影响其计量性能的缺陷。

6.1.2 井下压力计应有如下标志：产品名称、计量单位、型号规格、出厂编号、测量范围、准确度等级、制造厂商或商标等。

6.1.3 显示单元数字显示应笔画齐全，不应出现缺笔画现象。直读式井下压力计的开关、各部件应完好牢固。

6.1.4 井下压力计的分辨力应小于最大允许误差绝对值的 1/5。

6.2 绝缘电阻

在检定环境条件下，井下压力计电源端子对外壳之间的绝缘电阻应不小于 20MΩ。

6.3 密封性

井下压力计的测量部分在最高工作温度条件下,承受测量上限压力时,其压力值下降不得超过测量上限值的 2%。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 标准器

7.1.1.1 可供选择的标准器种类:

- a) 活塞式压力计;
- b) 0.05 级及以上数字压力计 (年稳定性合格的);
- c) 其它符合要求的标准器。

7.1.1.2 选用的压力标准器的测量范围应不小于井下压力计的测量范围。标准器的最大允许误差的绝对值应不大于被检井下压力计最大允许误差绝对值的 1/4。对 0.05 级及以上的井下压力计,当选用活塞式压力计作标准器时,标准器的最大允许误差的绝对值应不大于被检井下压力计最大允许误差绝对值的 1/2。

7.1.2 配套设备

7.1.2.1 恒温设备

检定时采用恒温浴作为恒温设备。恒温浴工作温度范围应宽于被检压力计工作温度至少 5℃,恒温浴内部有效高度应高于被检井下压力计长度 20cm。温场波动度应不大于 ±0.5℃/30min,工作区域最大温差应不大于 1℃。

7.1.2.2 绝缘电阻表 (兆欧表), 直流 500V, 准确度等级 10 级。

7.1.2.3 压力表, 不低于 1.6 级, 用于密封性试验。

7.1.2.4 压力源。

7.1.3 环境条件

7.1.3.1 检定温度

检定时的环境温度应满足表 2 的要求。

表2 环境条件

准确度等级	温度
0.02级、0.025级	(20±1)℃
0.05级	(20±2)℃
0.1级、0.2级、0.5级	(20±3)℃

7.1.3.2 相对湿度： $\leq 85\%$ ；

7.1.3.3 标准器和井下压力计附近无明显的机械振动和外磁场。

7.2 检定项目

首次检定、后续检定和使用中检查的检定项目见表3。

表3 检定项目一览表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观	+	+	+
2	绝缘电阻	+	+	+
3	密封性	+	-	-
4	示值误差	+	+	-
5	回程误差	+	+	-

注：1 绝缘电阻只适用于直读式井下压力计

2 表中“+”表示应检项目；“-”表示可不检项目，也可根据实际情况和用户要求进行检定。

3 修理后的后续检定原则上需按首次检定进行。

7.3 检定方法

7.3.1 检定前的准备

7.3.1.1 检定前应调整标准器和井下压力计水平位置，尽量使两者的受压点的参考位置处在同一水平面上。当两者受压点不在同一水平面时，由此高度差引起的误差，可参照附录A进行修正。

7.3.1.2 井下压力计的示值误差检定采用标准器示值直接与井下压力计示值进行比较的方法，检定系统正确安装、连接后，至少需通电预热半小时。井下压力计示值误差的检定按照图 1 所示的方式连接。

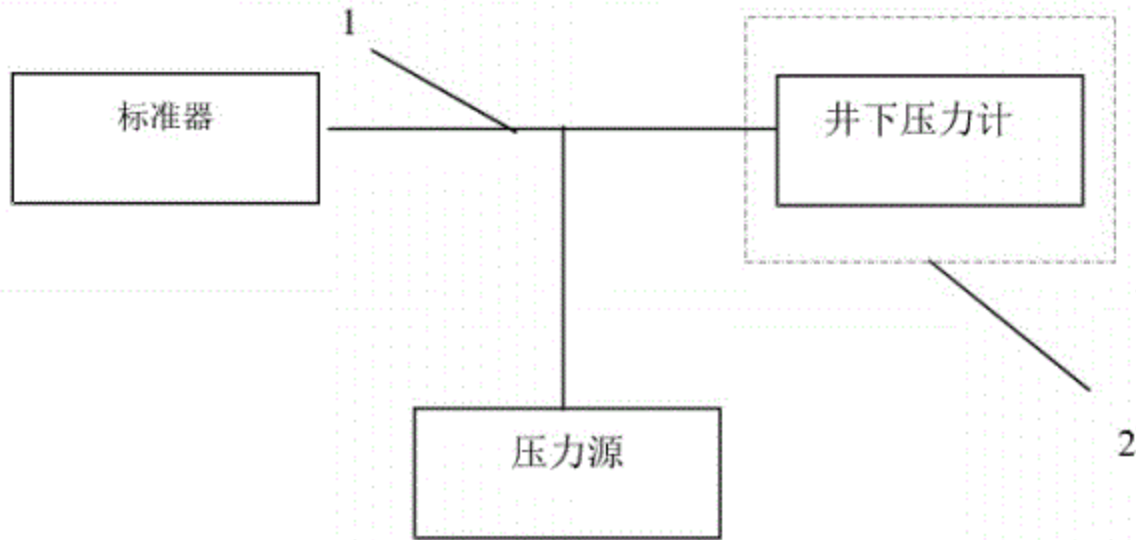


图 1 井下压力计示值误差检定连接示意图

1—压力导管；2—恒温设备

7.3.1.3 示值检定前应该做1至2次升压试验，排除管路中的空气。

7.3.2 外观检查

通过目测、手感检查应符合第 6.1 条的规定。

7.3.3 绝缘电阻

断开电源，用绝缘电阻表测量电源端子与外壳之间的绝缘电阻，应符合 6.2 的规定。

7.3.4 密封性

将井下压力计放入恒温设备内，加热至最高工作温度，恒温 1h 后，平稳地升压，使井下压力计测量部分压力达到测量上限值，关闭压力源。密封 15min，在最后 5min 内通过压力表观察，应符合 6.3 的规定。

7.3.5 示值误差

7.3.5.1 检定点选取。压力检定点应尽量均匀分布在全量程范围内，其中应包含测量范围的上限点、下限点。0.05 级及以上的井下压力计检定点不得少于 7 个点，0.05 级以下的井下压力计检定点不少于 5 个点。

7.3.5.2 全部压力检定点应在不同温度下进行检定，在工作温度范围内应均匀地选取 3 个或 3 个以上温度点，包括上、下限温度点。

7.3.5.3 检定中升压或降压应该平稳，避免有冲击和过压现象，各检定点应在温度和压力稳定后方可读数。

7.3.5.4 将井下压力计放入恒温设备内，恒温设备达到温度设定点并恒温1h以上方可开始检定。检定时使压力从零点开始，平稳地逐点升压至压力测量上限值，然后逐点降压至零点。0.05级及以上的井下压力计检定循环次数为2次，0.05级以下的井下压力计检定循环次数为1次。

7.3.6.5 分别读取并记录该温度点下标准器和井下压力计的示值，按照公式(2)分别计算井下压力计各检定点正行程、反行程的示值误差，应符合5.1的规定。

$$\Delta p_1 = p_w - p_s \quad (2)$$

式中：

Δp_1 ——在温度 t 下，井下压力计各检定点的示值误差，MPa；

p_w ——在温度 t 下，井下压力计正行程或反行程的示值，MPa；

p_s ——在温度 t 下，标准器各检定点的标准示值，MPa；

7.3.7 回程误差

回程误差检定与示值误差检定同时进行，按照式(3)计算井下压力计的回程误差，应符合5.4的规定。

$$\Delta p_2 = |p_{w1} - p_{w2}| \quad (3)$$

式中：

Δp_2 ——在温度 t 下，井下压力计各检定点的回程误差，MPa；

p_{w1} ， p_{w2} ——在温度 t 下，井下压力计正行程或反行程各检定点的示值，MPa。

7.4 检定结果处理

7.4.1 检定合格的井下压力计，出具检定证书。

7.4.2 检定不合格的井下压力计，出具检定结果通知书，并注明不合格项目和内容。

7.5 检定周期

井下压力计的检定周期可根据使用环境、使用频繁程度和工作要求确定，一般不超过 12 个月。

附录 A 工作介质高度差引起的检定附加误差修正方法

检定时，标准器与井下压力计的参考位置应在同一水平面上，当高度差不大于公式 (A.1) 的计算结果时，引入的误差可以忽略不计，否则，应予以修正，修正值按公式 (A.2) 计算。

$$h = \frac{|a\%|p_{FS}}{10\rho g} \quad (\text{A.1})$$

$$\Delta p_h = \rho g h \quad (\text{A.2})$$

式中： Δp_h ——因高度差引起的压力修正值，Pa；

ρ 传压介质密度， kg/m^3 ；

g 检定当地的重力加速度， m/s^2 ；

h 参考位置的高度差，m；

a 井下压力计的准确度等级；

p_{FS} 井下压力计的满量程，Pa

附录 C 电子式井下压力计检定证书/检定结果通知书内页格式

C.1 电子式井下压力计检定证书检定结果页格式

证书编号 ×××××××—×××××

检 定 结 果

1、外观：

2、绝缘电阻（直读式）：

3、密封性：

4、示值误差：

5、回程误差：

检定结论：

以下空白

C.2 电子式井下压力计检定结果通知书检定结果页格式

证书编号 ××××××—××××

检定结果

- 1、外观：
- 2、绝缘电阻（直读式）：
- 3、密封性：
- 4、示值误差：
- 5、回程误差：

检定不合格项目和内容：

以下空白

第×页 共×页