



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1107—2015

自动标准压力发生器

Automatic Standard Pressure Generators

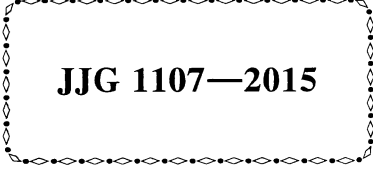
2015-02-09 发布

2015-05-09 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

自动标准压力发生器检定规程

Verification Regulation of Automatic
Standard Pressure Generators



JJG 1107—2015

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：北京长城计量测试技术研究所

上海市计量测试技术研究院

参加起草单位：北京康斯特仪表科技股份有限公司

北京市国瑞智新技术有限公司

本规程主要起草人：

盛晓岩（北京长城计量测试技术研究所）

张 力（北京长城计量测试技术研究所）

屠立猛（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

李鑫武（北京长城计量测试技术研究所）

胡安伦（上海市计量测试技术研究院）

何 欣（北京康斯特仪表科技股份有限公司）

成 军（北京市国瑞智新技术有限公司）

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	(1)
5 计量性能要求	(2)
5.1 准确度等级	(2)
5.2 测量功能	(2)
5.3 控制功能	(2)
5.4 附加功能	(3)
6 通用技术要求	(3)
6.1 外观	(3)
6.2 绝缘电阻	(3)
6.3 绝缘强度	(3)
6.4 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	(5)
7.4 检定结果的处理	(9)
7.5 检定周期	(9)
附录 A 自动标准压力发生器测量功能检定记录格式	(10)
附录 B 自动标准压力发生器控制功能检定记录格式	(11)
附录 C 检定证书 (内页) 格式	(12)
附录 D 检定结果通知书 (内页) 格式	(13)
附录 E 工作介质高度差引起的检定附加误差修正方法	(14)

引 言

JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1008《压力计量名词术语及定义》共同构成本规程制定的基础性系列规范。

本规程对自动标准压力发生器测量功能、控制功能的具体技术指标和检定方法进行了规定，其中测量功能四个技术指标参考 JJG 875—2005《数字压力计》相关内容，控制功能考察控制稳定性、压力控制超（回）调量、控制响应时间、目标压力稳定持续时间四个指标。

本规程为首次发布。

自动标准压力发生器检定规程

1 范围

本规程适用于（-0.1~250）MPa 的自动标准压力发生器（以下简称压力发生器）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：

JJG 875—2005 数字压力计

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

JJF 1008—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 自动标准压力发生器 automatic standard pressure generator
能自动控制并输出目标压力的数字压力计。

3.1.2 控制稳定性 control stability

压力发生器的输出压力在一定时间内保持在有限边界区域内的能力。

3.1.3 压力控制超调量 overshoot of pressure control

压力发生器在控制压力上升过程中，超过目标压力值的最大程度。

3.1.4 压力控制回调量 undershoot of pressure control

压力发生器在控制压力下降过程中，低于目标压力值的最大程度。

3.1.5 目标压力稳定持续时间 stable duration of target pressure

压力发生器保持其稳定输出目标压力值的时间。

3.1.6 控制响应时间 response time of control

压力发生器从发生一个步进值的变化开始，到下一个目标压力值稳定输出时所需要的时间。

3.2 计量单位

压力发生器使用的法定计量单位为 Pa（帕斯卡），或是它的十进倍数单位：kPa、MPa 等。

4 概述

压力发生器是能自动控制并输出目标压力的数字压力计。其工作原理如图 1 所示，通过压力发生器内的压力控制单元对传压介质的压力进行控制，输出目标压力值，并

通过压力传感器对被控的压力量值进行测量，并在显示器上直接显示出来。

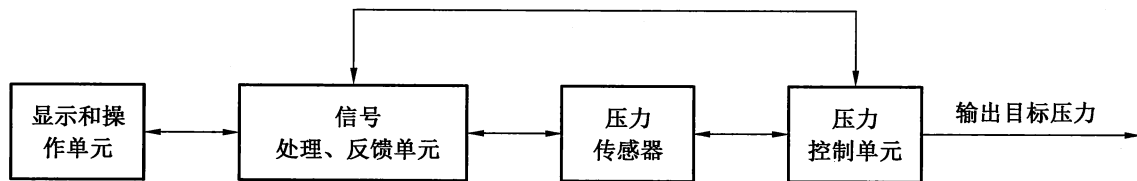


图 1 压力发生器工作原理

压力发生器按传压介质可分为气体介质压力发生器和液体介质压力发生器。

5 计量性能要求

5.1 准确度等级

压力发生器准确度等级如表 1 所示。

表 1 压力发生器准确度等级

准确度等级	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5
示值最大允许误差 (以量程的百分数表示)	±0.01	±0.02	±0.05	±0.1	±0.2	±0.5

5.2 测量功能

5.2.1 示值误差

压力发生器示值误差绝对值应小于示值最大允许误差绝对值，示值最大允许误差应符合表 1 的规定。

5.2.2 回程误差

压力发生器的回程误差不得大于示值最大允许误差的绝对值。

5.2.3 零位漂移

压力发生器（不含绝压压力发生器）的零位漂移在 1 h 内不得大于示值最大允许误差绝对值的 1/2。

5.2.4 周期稳定性

0.05 级以上的压力发生器，相邻两个检定周期之间的周期稳定性不得大于示值最大允许误差的绝对值。

5.3 控制功能

5.3.1 控制稳定性

压力发生器 30 s 内的控制稳定性应不大于示值最大允许误差绝对值的 1/2，指标见表 2。

表 2 控制稳定性

准确度等级	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5
控制稳定性 (以量程的百分数表示)	≤0.005	≤0.01	≤0.025	≤0.05	≤0.1	≤0.25

5.3.2 压力控制超（回）调量

压力发生器的压力控制超（回）调量应不大于目标压力值绝对值的 1%。

5.3.3 目标压力稳定持续时间

压力控制达到目标压力值稳定后，其目标压力稳定持续时间不低于 2 min。

5.3.4 控制响应时间

不外加负载容积时，完成量程 20% 步进值，气体压力发生器控制响应时间不得大于 60 s，液体压力发生器控制响应时间不得大于 120 s。

注：对压力变化率或负载有特殊要求的压力发生器，可按生产厂家给出的控制响应时间进行检定。

5.4 附加功能

压力发生器非压力参数附加功能的计量性能，以制造单位提供的技术文件为准。

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 新制造的压力发生器的结构应坚固，开关、按钮等功能键及接（插）件应完好牢固。使用中和修理后的压力发生器不应有影响其计量性能的缺损。

6.1.2 压力发生器的铭牌上或适当位置上应标明产品名称、型号、规格、测量范围、准确度等级、制造单位（商标）、出厂编号等信息，并清晰可辨。

6.1.3 数字显示应笔画齐全，不应出现缺笔画的现象。

6.1.4 应可设置压力的法定计量单位或其倍数单位，如 Pa、kPa、MPa 等。

6.2 绝缘电阻

在检定环境条件下，压力发生器电源端子对机壳之间的绝缘电阻不低于 20 MΩ。

6.3 绝缘强度

在检定环境条件下，压力发生器各组端子（包括外壳）之间施加表 3 所规定的频率 50 Hz 的试验电压，历时 1 min 应无击穿和飞弧现象。

表 3 试验电压

压力发生器端子标称电压 U/V	试验电压/V
$0 < U < 60$	500
$60 \leq U < 250$	1 000

6.4 密封性

在压力发生器试验压力下，密封性试验的后 5 min 压力下降值（或上升值）不超过试验压力的 1%。

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 压力标准器

7.1.1.1 测量功能压力标准器的选择

检定压力发生器测量功能的压力标准器可在下列仪器中选择：

- a) 活塞式压力计（包括单、双活塞式压力真空计及气体活塞式压力计）；
- b) 浮球式压力计；
- c) 液体压力计；
- d) 自动标准压力发生器；
- e) 数字式压力计。

选用的压力标准器的测量范围应大于或等于压力发生器的测量范围。标准器的最大允许误差绝对值要小于被检压力发生器的示值最大允许误差绝对值的 1/3。对准确度等级为 0.05 级以上（含 0.05 级）的压力发生器，当选用活塞式压力计当作标准器时，标准器的最大允许误差绝对值要小于压力发生器的示值最大允许误差绝对值的 1/2。

7.1.1.2 控制功能标准器的选择

检定压力发生器控制功能的压力标准器，选择控制功能测试系统（以下简称测试系统）可在下列仪器中选择：

- a) 高分辨力的数字压力计；
- b) 由测量传感器、采集系统、显示器组成的系统。

选用的测试系统的测量范围应大于或等于压力发生器的测量范围，最大允许误差绝对值不大于压力发生器的示值最大允许误差绝对值，分辨力优于被检压力发生器示值最大允许误差绝对值的 1/10。对于 0.01 级的，测试系统的采样频率不低于 10 Hz；对于 0.02 级及以下的，测试系统的采样频率不低于 20 Hz。

7.1.2 辅助设备

7.1.2.1 绝缘电阻测试仪：直流 100 V、直流 500 V，等级 10 级。

7.1.2.2 耐电压测试仪：输出电压为交流 0 V~1.5 kV，频率为 45 Hz~55 Hz，输出功率应不低于 0.25 kW。

7.1.2.3 压力源：气瓶、手动压力（真空）泵、空气压缩机、真空泵、增压泵等。

7.1.2.4 其他设备：秒表等。

7.1.3 检定环境条件

7.1.3.1 环境温度：

0.1 级及以上的压力发生器， $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；

0.2 级及以下的压力发生器， $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

7.1.3.2 相对湿度：不大于 85%。

7.1.3.3 标准器和被检压力发生器所处的附近应无明显的机械振动和外磁场（地磁场除外）。

7.2 检定项目

压力发生器的检定检查项目见表 4。

表 4 检定检查项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
6.1 外观	+	+	+
6.2 绝缘电阻	+	+	—
6.3 绝缘强度	+	—	—
6.4 密封性	+	—	—
5.2.1 示值误差	+	+	+
5.2.2 回程误差	+	+	+
5.2.3 零位漂移	+	+	—
5.2.4 周期稳定性	—	+	—
5.3.1 控制稳定性	+	+	+
5.3.2 压力控制超调、回调量	+	+	—
5.3.3 目标压力稳定持续时间	+	+	—
5.3.4 控制响应时间	+	+	—

注：表中“+”表示应检项目，“—”表示可不检项目

7.3 检定方法

7.3.1 检定前的准备工作及要求

7.3.1.1 压力发生器应在检定环境条件下放置 2 h 后方可进行检定。

7.3.1.2 压力发生器的测量功能检定按图 2 所示的方式连接，并通电预热，预热时间可依据厂家提供的信息，一般不少于 30 min。

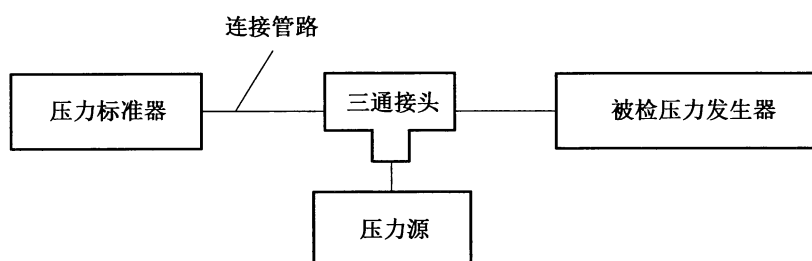


图 2 压力发生器的测量功能检定连接示意

压力发生器的控制稳定性和超（回）调量检定时，按图 3 所示的方式连接，测试系统在规定环境下静置 2 h，并通电预热 30 min 以上，压力发生器置于控制状态，将测试系统与压力发生器的压力输出口相连。

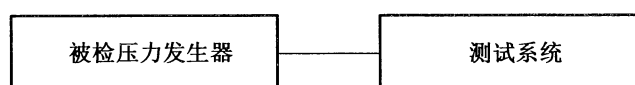


图 3 压力发生器的控制功能检定连接示意

7.3.1.3 根据压力发生器实际使用工作介质选取检定用工作介质。当工作介质为气体时，检定时传压介质应为安全、洁净、无腐蚀性的气体；当压力发生器明确要求禁油

时，应采取禁油措施。

7.3.1.4 测量功能检定前应调整标准装置或被检压力发生器，尽量使两者的参考位置在同一水平面上。当两者的参考位置不在同一水平面上时，因参考位置高度差引起的检定附加误差绝对值应不大于压力发生器示值最大允许误差绝对值的十分之一，否则，应进行附加误差修正，修正方法见附录 E。

7.3.1.5 检定点的选取及检定循环次数。

检定压力发生器测量功能时，准确度等级 0.05 级及以上，检定点不少于 10 点（含零点）；0.1 级及以下的检定点不少于 5 点（含零点）；所选取的检定点应较均匀地分布在全量程范围内；各示值准确度等级的压力发生器，升压、降压检定循环次数为两次。

检定压力发生器控制稳定性和超（回）调量时，各等级的压力发生器均选取至少 6 个点作为目标压力值点，所选取的控制点应较均匀地分布在全量程范围内；对于正表压的压力发生器，检定点中应该包含不高于测量下限 10% 量程的压力点；对于正负表压复合量程的压力发生器，负压段选取的检定点应不少于两点，且尽量均匀地分布在负压段范围内。升压、降压检定循环次数为两次。

检定目标压力稳定持续时间时，各等级的压力发生器均选取其中至少 3 个点作为控制点，所选取的控制点应较均匀地分布在全量程范围内；对于正表压的压力发生器，检定点中应该包含不高于测量下限 10% 量程的压力点；对于正负表压复合量程的压力发生器，负压段选取的检定点应不少于 1 点，且尽量均匀地分布在负压段范围内；检定控制响应时间时，选取可以完成量程 20% 步进值的检定点作为控制起始点和控制终点，至少完成包含测量上限（或测量下限）作为压力检定点的三段 20% 步进值的控制，三段 20% 步进值应较均匀分布在全量程范围内。升压、降压检定循环次数为 1 次。

7.3.1.6 检定压力发生器测量功能前应做 1~2 次预压（或疏空）试验。检定中升压（或疏空）和降压（或增压）应平稳，避免有冲击和过压现象，在各检定点上应待压力值稳定后方可读数，并做好记录。检定过程中，禁止敲击或振动压力发生器。

7.3.1.7 对于有多个传感器或多个量程的单台压力发生器，相应的计量工作应按照每个单一量程分别进行操作。

7.3.2 外观检查

对 6.1.1 和 6.1.2 条的要求用目力观察的方法检查，对 6.1.3 和 6.1.4 条的要求用通电的方法检查。

7.3.3 绝缘电阻检定

断开电源，使压力发生器的电源开关置于接通状态，用绝缘电阻测试仪测量电源端子与机壳之间的绝缘电阻，稳定 10 s 后读数。

注：对交流电源供电的压力发生器，采用输出直流 500 V 的绝缘电阻测试仪；对直流电源供电的压力发生器，采用输出直流 100 V 的绝缘电阻测试仪。

7.3.4 绝缘强度检定

断开压力发生器电源。按 6.3 要求在耐压试验仪上分别测量电源端子与外壳之间的绝缘强度。测量时，试验电压应从零开始增加，在 5 s~10 s 内平滑均匀地升至规定值（误差不大于 10%），保持 1 min，平滑地降低电压至零，并切断试验电源。

注：压力发生器在试验时，可使用具有报警电流设定的耐电压试验仪。设定值一般为 10 mA。使用该仪器时，以是否报警作为判断绝缘强度合格与否的依据。

7.3.5 密封性检查

仪器按规定与气源、电源正确连接并接通电源后，平稳地升压（或疏空）至密封性检查压力，将压力发生器置于测量模式，待压力稳定后耐压 15 min，记录后 5 min 的压力下降值（或上升值），要求显示的压力值满足 6.4 规定。

密封性检查压力：正表压为其测量范围上限；正负表压复合量程压力发生器选择测量范围上限与测量范围下限中偏离当地大气压的大者作为密封压力；负表压压力发生器为测量范围下限；若下限超过当地大气压的 90% 以上的疏空度，选择当地大气压的 90% 的疏空度为检查压力。

7.3.6 测量功能检定

对压力发生器的测量功能进行检定时，应使压力发生器退出控制状态，置于测量状态。

7.3.6.1 零位漂移

预热及预压后，在大气压力下，压力发生器有调零功能的可将初始值调到零，每隔 15 min 记录一次显示值直到 1 h。各显示值与初始值的差值中，绝对值最大的数值为零位漂移误差。

7.3.6.2 周期稳定性

零位漂移试验后，应在不作任何调整的情况下（有调零功能的可将初始值调到零），对压力发生器进行正、反行程一个循环的示值检定，并做记录，按公式（1）计算各检定点正、反行程示值误差 Δp_w 。该示值误差 Δp_w 与上周期检定证书上相应各检定点正、反行程示值误差 $\Delta p'$ 之差的绝对值为相邻两个检定周期之间的周期稳定性，按公式（2）计算：

$$\Delta p_w = p_D - p_s \quad (1)$$

$$\Delta W = |\Delta p_w - \Delta p'| \quad (2)$$

式中：

Δp_w ——压力发生器各检定点示值与标准值之差，Pa，kPa 或 MPa；

p_D ——压力发生器各检定点正、反行程示值，Pa，kPa 或 MPa；

p_s ——标准器各检定点的标准示值，Pa，kPa 或 MPa；

ΔW ——压力发生器相邻两个检定周期之间的周期稳定性，Pa，kPa 或 MPa；

$\Delta p'$ ——上周期检定证书上各检定点正、反行程示值与标准值之差，Pa，kPa 或 MPa。

7.3.6.3 示值误差

a) 周期稳定性检定后，如果发现压力发生器示值超差，应通过压力发生器内部校准功能将其调整到符合要求的范围；如压力发生器在合格范围内，也应将压力发生器示值调整到最佳，再进行示值误差检定；调整合格后，在检定过程中禁止再次调整。

b) 示值误差计算。压力发生器示值误差按公式（3）计算：

$$\Delta p = p_R - p_s \quad (3)$$

式中：

Δp ——压力发生器各检定点示值误差，Pa，kPa 或 MPa；

p_R ——压力发生器各检定点正、反行程示值，Pa，kPa 或 MPa；

p_s ——标准器各检定点的标准示值，Pa，kPa 或 MPa。

7.3.6.4 回程误差

回程误差可利用示值误差检定的数据进行计算。取同一检定点上正、反行程示值之差的绝对值作为压力发生器的回程误差。

7.3.7 控制功能检定

7.3.7.1 控制稳定性

a) 控制稳定性检定

利用压力发生器控制输出压力，依次逐点加/降压，待各点压力输出值稳定后，读取并记录测试系统 30 s 内示值。测试系统 30 s 内示值最大值与最小值之差的 1/2 为压力发生器控制稳定性，按公式 (4) 计算：

$$\Delta p_i = \frac{(p_{i\max} - p_{i\min})}{2} \quad (4)$$

式中：

$p_{i\max}$ ——30 s 内，第 i 个检定点，测试系统示值最大值，Pa，kPa 或 MPa；

$p_{i\min}$ ——30 s 内，第 i 个检定点，测试系统示值最小值，Pa，kPa 或 MPa；

Δp_i ——第 i 个检定点，压力发生器控制稳定性。

7.3.7.2 压力控制超（回）调量

在进行控制稳定性检定时，同时记录压力发生器控制升压（或降压）到下一检定点压力值达到稳定过程中测试系统的压力值。升压（或降压）过程中，测试系统示值最大值（最小值）与检定点压力值稳定后测试系统的示值之差的绝对值为压力控制超（回）调量，按公式 (5) 计算，超（回）调量应满足 5.3.2 的要求。

$$\Delta p_{Ck} = |p_{Bk} - p_k| \quad (5)$$

式中：

Δp_{Ck} ——第 k 个检定点，压力控制超（回）调量；

p_{Bk} ——第 k 个检定点，升压（或降压）过程中，测试系统示值最大值（或最小值）；

p_k ——第 k 个检定点，检定点压力稳定后测试系统的示值。

7.3.7.3 目标压力稳定持续时间

压力发生器在规定检定点，所控制压力不超出控制稳定性允许值所持续时间，超过 2 min 的，记录 2 min 即可，记录时间应满足 5.3.3 要求。

7.3.7.4 控制响应时间

记录压力发生器升压、降压量程 20% 步进值，从选定的压力检定点的控制起始点到达控制终点所需要的时间，记录时间应满足 5.3.4 要求。

7.3.8 附加功能的检定

压力发生器附加功能检定，按相应的计量检定规程执行。

7.4 检定结果的处理

经检定的压力发生器，其计量性能和通用技术要求符合本规程的规定为合格，出具检定证书（格式见附录 C）；如某一项不符合本规程的规定为不合格，出具检定结果通知书（格式见附录 D），并注明不合格项目和内容；当周期稳定性不合格的压力发生器，经调试后示值检定合格的，出具检定证书，并注明“该压力发生器不能作为标准器进行量传”。首次检定的压力发生器应有“首次送检、未经周期稳定性检定”的注明。

7.5 检定周期

检定周期可根据压力发生器使用环境条件、频繁程度、周期稳定性和工作要求确定，一般不超过 1 年。缩短检定周期的可根据实际情况确定，检定周期一般不超过半年。

附录 B

自动标准压力发生器控制功能检定记录格式

记录编号：

检定/校准日期： 年 月 日

送检单位									
仪表信息	类型	被检器				测试系统			
	仪表名称								
	型号规格								
	制造单位								
	仪器编号								
	测量范围								
	准确度等级								
	检定员：					核验员：			
检定点 ()	30 s 内测试系统示值 ()								控制 稳定性 ()
	第一循环				第二循环				
	正行程		反行程		正行程		反行程		
	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	
检定点 ()	升/降压过程测试系统示值 ()							控制超调量 /回调量 ()	
	正行程			反行程					
	最大值	示值平均值		最大值	示值平均值				
控制稳定性允差：					控制稳定性最大值：				
压力控制超（回）调量允许值：					压力控制超（回）调量最大值：				
控制响应时间最大值：					目标压力稳定持续时间：				
结论：									

附录 C

检定证书（内页）格式

检定结果

- 1 外观检查：
- 2 零位漂移：
- 3 示值误差：
- 4 回程误差：
- 5 周期稳定性：
- 6 控制稳定性：
- 7 压力控制超（回）调量：
- 8 目标压力稳定持续时间：
- 9 控制响应时间：
- 10 检定数据：

标准器示值（ ）	压力发生器示值平均值（ ）

注：下次检定请带原证书。

附录 D

检定结果通知书（内页）格式

检定结果

- 1 外观检查：
- 2 零位漂移：
- 3 示值误差：
- 4 回程误差：
- 5 周期稳定性：
- 6 控制稳定性：
- 7 压力控制超（回）调量：
- 8 目标压力稳定持续时间：
- 9 控制响应时间：
- 10 检定数据：

标准器示值（ ）	压力发生器示值平均值（ ）

注：不合格项目和内容为：

附录 E

工作介质高度差引起的检定附加误差修正方法

检定前应调整标准装置或被检压力发生器，尽量使两者的参考位置在同一水平面上。当两者的参考位置不在同一水平面上时，因介质高度差引起的检定附加误差绝对值应不大于压力发生器最大允许误差绝对值的十分之一，即当高度差不大于公式 (E. 1) 的计算结果时，引入的误差可以忽略不计。

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

式中：

h ——参考位置不在同一水平面上的高度差，m；

a ——压力发生器准确度等级的等级指标；

p_{FS} ——压力发生器的量程，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 。

否则，应进行附加误差修正，附加误差修正值按公式 (E. 2) 计算。

$$\Delta p = \rho g h \quad (\text{E. 2})$$

式中：

Δp ——因高度差引起的附加误差修正值，Pa。