



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 971—2019

液 位 计

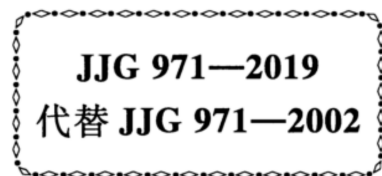
Liquid Level Gauges

2019-12-31 发布

2020-03-31 实施

国家市场监督管理总局 发布

液位计检定规程
Verification Regulation of
Liquid Level Gauges



归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院

参加起草单位：上海星申仪表有限公司

上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司

本规程主要起草人：

屠立猛（上海市计量测试技术研究院）

胡安伦

王 灿（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

陈 耀（上海星申仪表有限公司）

章天霏（上海市计量测试技术研究院）

郭爱华（上海仪器仪表自控系统检验测试所有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
5.1 示值误差	(2)
5.2 输出值误差	(2)
5.3 回差	(2)
5.4 设定点误差	(2)
5.5 切换差	(2)
6 通用技术要求	(2)
6.1 外观	(2)
6.2 耐压及密封性	(2)
6.3 绝缘电阻	(3)
6.4 绝缘强度	(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 液位计检定记录格式	(10)
附录 B 检定证书/检定结果通知书内页格式	(12)

引 言

JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》等规范，共同构成本规程修订工作的基础性系列规范。

与 JJG 971—2002《液位计》相比，除编辑性修改外，主要变化如下：

——按 JJF 1002—2010 引言为必备内容的要求，增加了引言部分的内容。

——调整了术语内容。删除了原“设定点误差”“切换值”“切换差”三个术语，增加了“物位”“液位计”两个术语。

——在概述部分明确了液位计的使用场合。并按目前的行业习惯提出了液位测量方法、液位计测量方式、液位计安装方式、液位计测量原理等四种分类方法。

——在计量性能要求和通用技术要求中删除了型式评价的内容。

——在检定方法中，提出了横式液位模拟检定装置，并提出了基本技术要求。对原有的立式液位检定装置提出了新的技术要求。

——在检定方法中明确了两种装置的检定过程和要求。

——删除了原规程中附录 A“定型鉴定或样机试验项目及试验方法”的内容。

——对原规程附录 B、附录 C 作了相应的修改。

本规程的历次版本发布情况：

——JJG 971—2002。

液位计检定规程

1 范围

本规程适用于液位计（不含辐射式液位计）的首次检定、后续检定和使用中检查。物位计的校准可参考本规程。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJG 882 压力变送器

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 物位 level

液位、料位和界面（位）的总称，是反映物体总量和物料表面特性的参数。

3.1.2 液位计 liquid level gauge

工业过程测量和控制系统中用以指示和控制液位和界面（位）的仪表。

3.2 计量单位

液位计使用的法定计量单位为 m（米），或是它的十进倍数单位：mm、cm 等。

4 概述

液位计广泛应用于工业过程中的罐、釜、塔、瓶、炉、渠等内部液位或界面的测量。

液位测量方法有目视法、人工投尺法、吹气法、测力法、压力法、电特性法、反射法、热学法、辐射法、中子法等。

液位计按测量方式可分为接触式和非接触式。

液位计按安装方式可分为顶装式、侧装式、顶底式、侧侧式、侧底式、顶侧式、侧壁式。

液位计按测量原理可分为联通式、浮力式、压力式、反射式、电特性式等。

联通式：（石英）玻璃管液位计、玻璃板液位计；

浮力式：磁翻柱（板）液位计、磁致伸缩液位计、伺服液位计、钢带液位计、

（电）浮筒液位计、浮球液位计；

压力式：静压（投入）式液位计（变送器）、差压式液位计（变送器）；

反射式：雷达液位计、超声波液位计、导波雷达液位计；

电特性式：射频导纳液位计、电容式液位计等。

5 计量性能要求

5.1 示值误差

液位计示值的最大允许误差有两种表示方式：

a) 示值的最大允许误差为 $\pm a\%FS$

其中： a 可以是0.01, 0.02, (0.03), 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5；
 FS 为液位计的量程，mm或cm。

b) 示值的最大允许误差为 $\pm N$

其中： N 为直接用长度单位表示的最大允许误差，mm或cm；
可在0.5、1、2(3)、5、10、20、50中选取。

5.2 输出值误差

具有信号输出功能的液位计，输出值最大允许误差应不超过输出量程的 $\pm c\%FS$ 。

其中： c 可以是0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5；
 FS 为液位计输出值的量程，mA或V。

5.3 回差

液位计示值和输出值的回差应不超过其最大允许误差的绝对值。

5.4 设定点误差

具有位式控制的液位计，其设定点误差限为 $\pm a'\%FS$ 或 $(\pm N')$ 。

其中： a' 可以是0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5；
 N' 为直接用长度单位表示的最大允许误差，mm或cm。

5.5 切换差

具有位式控制的液位计，切换差应不超过设定点误差限绝对值的2倍。

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 液位计的标识应完整、清晰，并具有以下信息：产品名称、出厂编号、生产年份、型号规格、测量范围、计量单位、准确度等级、额定工作压力、额定工作温度、制造商名称或商标及法制管理所需的标识等；防爆产品应有防爆标识；具有电源供电的液位计，应指明电源形式；具有信号输出的液位计，应指明信号输出形式。

6.1.2 液位计接线端子所标的文字、数字与符号应正确、清晰。

6.1.3 液位计主体和部件应完好无损，紧固件不得有松动和损伤现象；可动部分应灵活可靠。具有数字显示功能的液位计，显示内容应清晰，不应有缺笔画现象，显示的分辨力应不大于最大允许误差的1/5。

6.1.4 首次检定的液位计主体和部件的外表面应光洁、完好、无锈蚀和霉斑。

6.2 耐压及密封性

额定工作压力小于10 MPa的液位计，应能承受1.5倍额定工作压力；额定工作压力大于和等于10 MPa的液位计，应能承受1.25倍额定工作压力，液位计不应有泄漏和损坏现象。

6.3 绝缘电阻

具有电源供电的液位计，在环境温度为 15 ℃~35 ℃，相对湿度为 45%~75%时，液位计各组端子（包括外壳）之间的绝缘电阻应不小于 20 MΩ（测试电压按企业标准的规定）。

二线制的液位计只进行输出端子对外壳的试验。

6.4 绝缘强度

具有电源供电的液位计，在环境温度为 15 ℃~35 ℃，相对湿度为 45%~75%时，液位计各组端子（包括外壳）之间施加表 1 所规定的频率为 50 Hz 的试验电压，历时 1 min 应无击穿和飞弧现象。

表 1 试验电压

液位计端子标称电压 U/V	试验 AC 电压/ V
$0 < U < 60$	500
$60 \leq U < 250$	1 000

二线制的液位计只进行输出端子对外壳的绝缘强度试验。因结构上的原因，试验电压可以按企业标准规定的执行；或按企业标准的规定不进行该项试验。

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 检定设备

检定时所需的标准仪器及配套设备可按被检液位计的技术要求，参照表 2 进行选择并组合成套。成套后的标准器组，在检定时引入的扩展不确定度 U 应不大于被检液位计最大允许误差绝对值的 1/4；当被检液位计的最大允许误差小于 ± 3 mm 时，引入的扩展不确定度 U 应不大于被检液位计最大允许误差绝对值的 1/3。

表 2 标准仪器及配套设备

序号	仪器设备名称	技术要求	用途
1	立式液位检定装置	装置的不确定度应符合 7.1.1 的要求	检定液位计示值误差、回差
2	横式液位模拟检定装置		
3	游标卡尺、钢卷尺、激光测长仪、光栅尺等	0 m~2 m 至 0 m~100 m (可以与装置的长度一致)	检定装置的标准液位测量或模拟液位测量
4	压力标准器	0.05 级以上	压力式液位计检定示值误差、回差
5	直流电流表	上限不低于 20 mA 0.01 级~0.05 级	输出信号值的测量标准
6	直流电压表	0 V~5 V、0 V~50 V 0.01 级~0.05 级	输出信号值的测量标准

表 2 (续)

序号	仪器设备名称	技术要求	用途
7	交流稳压电源	220 V, 50 Hz, 稳定度 1%	交流供电电源
8	直流稳压电源	0 V~30 V, 最大允许误差±1%	直流供电电源
9	耐压及密封性试验装置	压力表: 1.6 级	耐压及密封性试验
10	绝缘电阻表	输出电压: 直流 500 V、 100 V 等, 10 级	检定绝缘电阻
11	耐电压测试仪	输出电压: 交流 0 V~1 500 V; 频率: 45 Hz~55 Hz 输出功率: 不低于 0.25 kW	检定绝缘强度
12	温、湿度记录仪	分辨率 0.1 °C	检定时, 温度、湿度记录

7.1.2 环境条件

- a) 检定温度: 20 °C ± 5 °C。
- b) 相对湿度: ≤ 80%。
- c) 装置所处环境应无影响检定的机械振动。

7.1.3 其他条件

电源: 交流供电的液位计, 其电压变化不超过额定值的±1%、频率变化不超过额定值的±1%; 直流供电的液位计, 其电压变化不超过额定值的±1%。

7.2 检定项目

液位计首次检定、后续检定和使用中检查的检定项目见表 3。

表 3 检定项目和使用中检查项目表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观	+	+	+
2	耐压及密封性	+	—	—
3	绝缘电阻	+	+	—
4	绝缘强度	+	—	—
5	示值误差	+	+	+
6	输出值误差	+	+	+
7	回差	+	+	—
8	设定点误差	+	*	*
9	切换差	+	*	*

注: “+”是应检项目; “*”是必要时可检项目; “—”是可不检项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

目力观察和通电检查。

7.3.2 耐压及密封性检查

将液位计的承压部分安装在耐压及密封性试验装置上，施加 6.2 中规定的压力，历时 5 min。观察是否有泄漏和损坏现象。

7.3.3 最大允许误差的检定

7.3.3.1 设备的连接与安装

将液位计安装在横式液位模拟检定装置（见图 1）上，要求液位计与水平面垂直，偏差不大于 1° ；安装在立式液位检定装置（见图 2）上，液位计参考面应与装置的水平基准面垂直，偏差不大于 1° 。

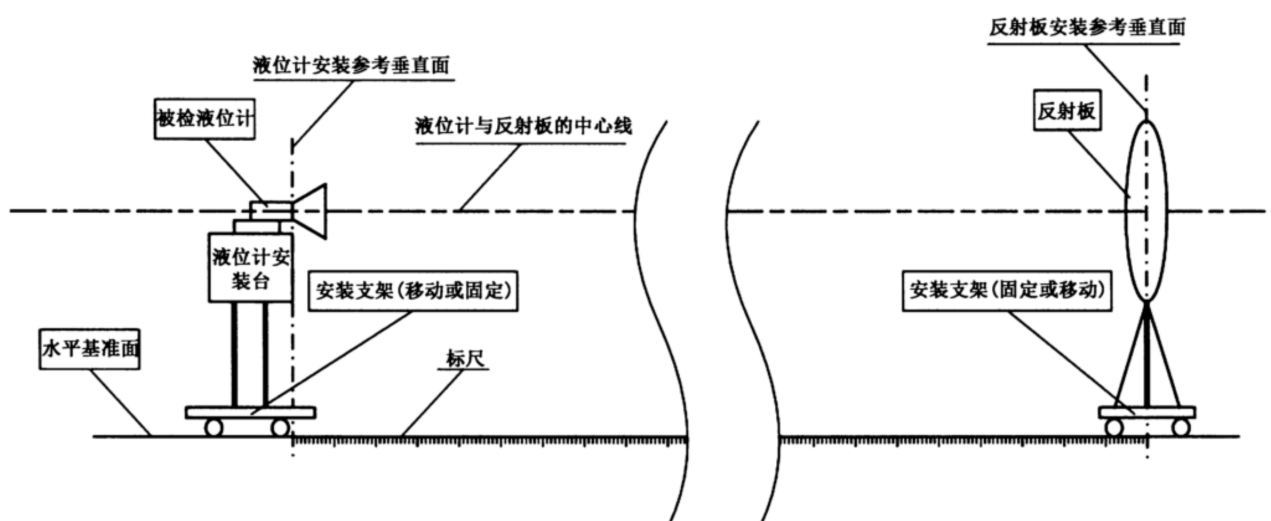


图 1 横式液位模拟检定安装示意图

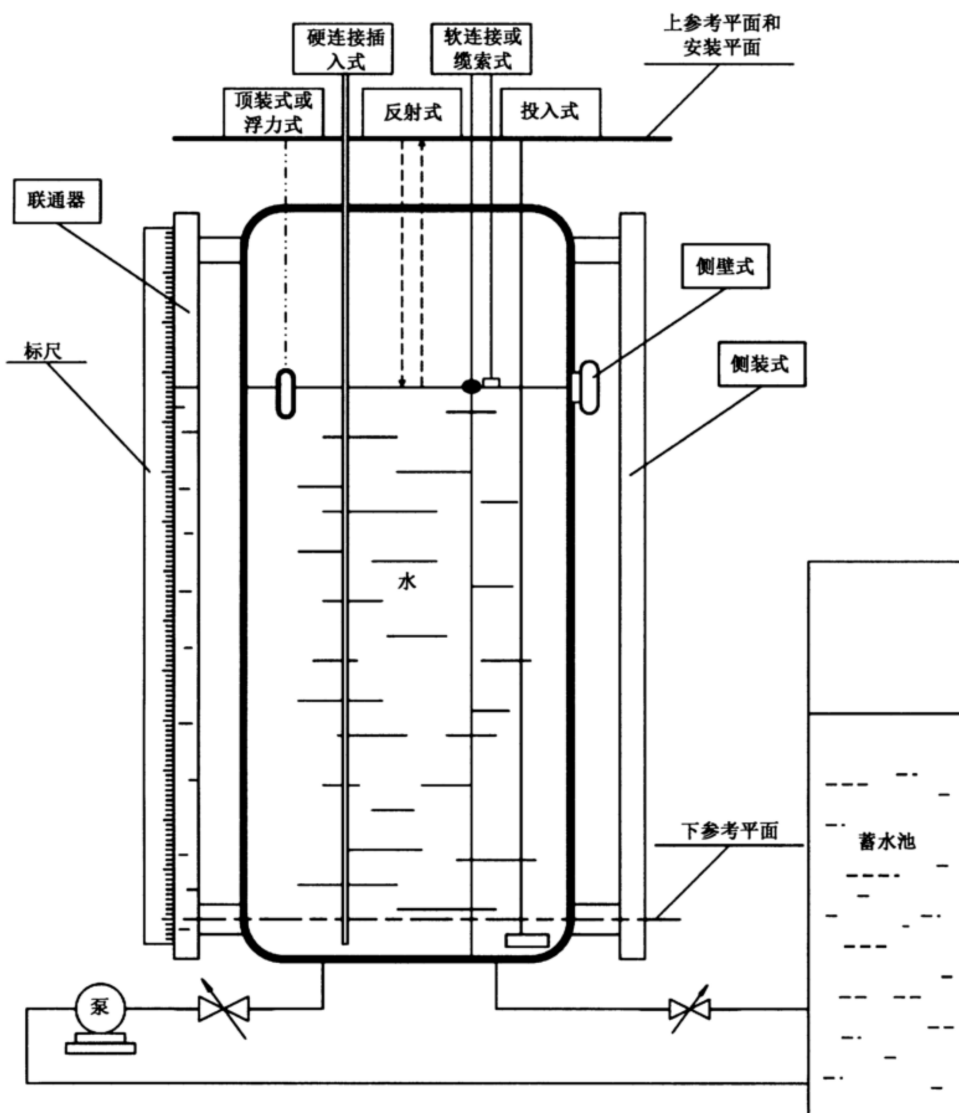


图 2 立式液位检定安装示意图

7.3.3.2 通电预热

具有电源供电的液位计应通电预热。除非制造厂另有规定，预热时间一般为 15 min。

7.3.3.3 选择检定点

检定点的选择应按量程基本均匀分布，一般应包括上限值、下限值在内不少于 5 个点。误差计算过程中，数据保留的位数应以舍入误差小于液位计最大允许误差的 $1/10 \sim 1/20$ 为限（相当于比最大允许误差多取一位小数）；具有数字显示功能的液位计的最大允许误差和检定后的误差计算结果，其末位应与液位计的显示末位对齐。判断仪表是否合格应以舍入以后的数据为准。

7.3.3.4 检定前的调整

安装完成后，调整液位计的零位。

对于横式液位模拟检定装置，将反射板与液位计安装基准面的距离移至大于液位计量程的某点作为零点。

对于立式液位检定装置，将液位调整至下参考平面作为零点。或调整液位计的某特定点与水箱的液位保持一致。

7.3.3.5 检定方法

从零点开始，缓慢的上升液面或缓慢减少反射板与基准面的距离，直至液位计测量上限，然后缓慢降低液面或缓慢增加反射板与基准面的距离，直至液位计零点。期间，分别读取上下行程中标准值与被检值。

对于压力式液位计（变送器）的检定可以参照 JIG 882 进行。

对于电容式液位计，当水因导电致使液位计无法测量时，可以使用标准电容信号模拟实际液位值进行检定。

一般只进行一个循环的检定。

7.3.3.6 误差的计算

液位计的误差按公式（1）或公式（2）计算。

$$\Delta_A = A_d - A_s \quad (1)$$

$$\text{或 } \delta_A = \frac{A_d - A_s}{A_m} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

Δ_A 、 δ_A ——液位计各检定点的示值误差，mm、cm 或 %；

A_d ——液位计上行程或下行程各检定点的实际值，mm 或 cm；

A_s ——液位计各检定点的标准值，mm 或 cm；

A_m ——液位计量程，mm 或 cm。

具有信号输出功能的液位计在读取 A_d 时，同时读取输出值 I_d ；并按公式（3）计算液位信号输出误差 Δ_I 。

$$\Delta_I = I_d - \left(\frac{I_m}{H_m} \cdot H_w + I_0 \right) \quad (3)$$

式中：

Δ_I ——液位计上行程或下行程输出信号的误差，mA 或 V；

I_d ——液位计上行程或下行程的输出值，mA 或 V；

I_m ——液位计输出信号的量程，mA 或 V；

H_m ——液位计的量程，cm 或 mm；

H_w ——上行程或下行程的实际液位值，cm 或 mm；

I_0 ——液位计上行程或下行程输出起始值，mA 或 V。

当液位计利用浮力原理进行测量液位时，注意实际测量的液体密度与水的密度不同，检定时液位计的实际值必须进行修正。修正方法见公式（4）。

$$A_d = A'_d - h \left(1 - \frac{\rho}{\rho_w} \right) \quad (4)$$

式中：

A'_d ——液位计上行程或下行程各检定点的读数值，mm 或 cm；

h ——液位计浮子底部到耦合磁环处的等效高度；mm 或 cm；

ρ ——液位计实际测量介质的密度, kg/m^3 ;

ρ_w ——检定时介质水的密度, kg/m^3 。

7.3.4 回差的检定

回差的检定与最大允许误差的检定同时进行。回差按公式 (5) 或公式 (6) 计算, 结果应符合 5.3 的要求。

$$\Delta A_d = |A_{d1} - A_{d2}| \quad (5)$$

$$\delta A_d = \frac{|A_{d1} - A_{d2}|}{A_m} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

ΔA_d 、 δA_d ——液位计的回差, mm 、 cm 、 mA 、 V 或 %;

A_{d1} 、 A_{d2} ——液位计同一循环中相同检定点上行程及下行程的实际值, mm 、 cm 、 mA 或 V 。

7.3.5 设定点误差的检定

设定点可调的液位计, 检定应在液位计量程的 10%, 90% 附近的设定点上进行。

调节检定装置的水位, 从零点开始逐渐升高水位, 在接近设定点水位时应减缓速率, 直到液位计的输出状态改变时, 读取水箱的水位 H_{d1} (上切换值); 然后缓慢降低水箱的水位, 当输出状态再次改变时, 读取水箱的水位 H_{d2} (下切换值)。一般进行三个循环。横式液位模拟装置也可以用改变模拟液位的方法进行检定。

多位控制的液位计, 应对每位的设定点按上述方法分别进行检定。

设定点误差按公式 (7) 计算:

$$\Delta_d = \frac{\overline{H_{d1}} + \overline{H_{d2}}}{2} - H_s \quad (7)$$

式中:

Δ_d ——液位计设定点误差, mm 或 cm ;

$\overline{H_{d1}}$ ——上切换值平均值, mm 或 cm ;

$\overline{H_{d2}}$ ——下切换值平均值, mm 或 cm ;

H_s ——液位计设定值, mm 或 cm 。

7.3.6 切换差的检定

切换差的检定与设定点误差检定同时进行。并按公式 (8) 计算切换差 Δ_H 。

$$\Delta_H = |H_{d1} - H_{d2}| \quad (8)$$

当位式控制报警用的液位计, 上限报警点只要测上切换值, 下限报警点只要测下切换值。不需要进行切换差的检定。

7.3.7 绝缘电阻的检定

断开液位计的电源, 将电源端子和输出端子分别短接。用绝缘电阻表分别测量电源端子与接地端子 (外壳), 电源端子与输出端子, 输出端子与接地端子 (外壳) 之间的绝缘电阻。除制造厂另有规定外, 采用公称试验电压为 500 V DC 兆欧表历时 30 s。

注: 特殊规格的液位计试验时, 应采用企业标准规定的试验电压进行检定。

7.3.8 绝缘强度的检定

断开液位计电源，将电源端子和输出端子分别短接。按 6.4 的要求在耐压试验仪上分别测量电源端子与接地端子（外壳），电源端子与输出端子，输出端子与接地端子（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 内平滑均匀地升至表 1 规定的试验电压值（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：液位计在试验时，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。

7.4 检定结果的处理

7.4.1 检定合格的液位计，出具检定证书。

7.4.2 检定不合格的液位计，出具不合格通知书，并注明不合格项目和内容。

7.5 检定周期

液位计的检定周期可根据使用环境条件及使用频繁程度来确定，一般不超过 1 年。

附录 A

液位计检定记录格式

原始记录编号：

送检单位：

样品名称：

型号规格：

制造商：

出厂编号：

测量范围：

最大允许误差：

检定时温度：℃

相对湿度：%

标准器名称：1. 准确度等级：

测量范围：

编号：

2. 准确度等级：

测量范围：

编号：

一、示值误差、输出值误差及回差

液位实际值 ()	理论输出值 ()	实际显示/输出值 (/)						示值 误差 ()	回差 ()	
		循环 次数	第一次		第二次		第三次			
			正行程	反行程	正行程	反行程	正行程			反行程
		显示值								
		输出值							/	
		显示值								
		输出值							/	
		显示值								
		输出值							/	
		显示值								
		输出值							/	
		显示值								
		输出值							/	

1. 示值误差：

允许值：

实测值：

2. 输出值误差：

允许值：

实测值：

3. 回差：

允许值：

实测值：

二、设定点误差及切换差检定记录

液位计设定值 ()	实际液位值 ()				切换差 ()	设定点误差 ()
	上切换					
	下切换					
	上切换					
	下切换					
	上切换					
	下切换					

4. 设定点误差： 允许值： 实测值：

5. 切换差： 允许值： 实测值：

6. 绝缘电阻：

7. 绝缘强度：

8. 密封性：

9. 外观：

结论：根据以上各项检定结果，该液位计： 。

检定员： 年 月 日 复核员： 年 月 日

附录 B

检定证书/检定结果通知书内页格式

B.1 检定证书内页格式

检定结果	
1. 外观：	
2. 密封性：	
3. 绝缘电阻：	
4. 绝缘强度：	
5. 示值误差：	
6. 输出值误差：	
7. 回差：	
8. 设定点误差：	
9. 切换差：	
检定结论：	以下空白

B.2 检定结果通知书内页格式

检定结果	
1. 外观：	
2. 密封性：	
3. 绝缘电阻：	
4. 绝缘强度：	
5. 示值误差：	
6. 输出值误差：	
7. 回差：	
8. 设定点误差：	
9. 切换差：	
不合格项目：	以下空白