



# 天津市地方计量技术规范

JJF(津)03—2018

---

## 混凝土含气量测定仪校准规范

Calibration Specification for Apparatus to determine  
air content of fresh concrete

2018-03-08 发布

2018-06-01 实施

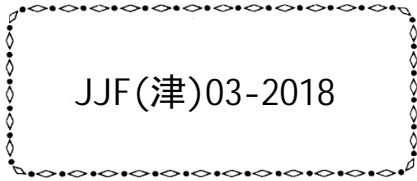
---

天津市市场和质量技术监督委员会 发布

# 混凝土含气量测定仪 校准规范

Calibration Specification for Apparatus  
to determine air content of fresh concrete

---



JJF(津)03-2018

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

郭知明           （天津市计量监督检测科学研究院）

崔尧尧           （天津市计量监督检测科学研究院）

张红杰           （天津市计量监督检测科学研究院）

**参加起草人：**

潘志刚           （天津市计量监督检测科学研究院）

郑中民           （天津市计量监督检测科学研究院）

蒋君杰           （天津市计量监督检测科学研究院）

董新宇           （天津市计量监督检测科学研究院）

# 目 录

引言 .....	( II )
1 范围 .....	( 1 )
2 引用文件 .....	( 1 )
3 术语 .....	( 1 )
4 概述 .....	( 1 )
5 计量特性 .....	( 2 )
5.1 容器容积 .....	( 2 )
5.2 气密性 .....	( 3 )
5.3 压力表和含气量表计量特性 .....	( 3 )
6 校准条件 .....	( 3 )
6.1 环境条件 .....	( 3 )
6.2 标准器和配套设备 .....	( 3 )
7 校准项目和校准方法 .....	( 4 )
7.1 校准项目 .....	( 4 )
7.2 校准方法 .....	( 4 )
8 校准结果的表达 .....	( 5 )
9 复校时间间隔 .....	( 6 )
附录 A 混凝土含气量测定仪校准记录格式.....	( 7 )
附录 B 校准证书 (内页) 格式.....	( 8 )
附录 C 纯水在标准大气压下的密度值表.....	( 10 )
附录 D 混凝土含气量示值误差测量不确定度评定示例.....	( 11 )

# 引 言

本规范依据 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》等基础性系列规范进行制定。

本规范的主要技术内容参考了建筑工业行业标准 JG/T 246-2009《混凝土含气量测定仪》、国家标准 GB/T 1226-2017《一般压力表》、GB/T 50080-2016《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》、JTG E30-2005《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》。

本地方校准规范为首次制定。

## 混凝土含气量测定仪校准规范

### 1 范围

本规范适用于混合式气压法测定混凝土拌合物含气量测定仪（以下简称含气量仪）的校准。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JG/T 246-2009 混凝土含气量测定仪

GB/T 1226-2017 一般压力表

GB/T 50080-2016 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

JTG E30-2005 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

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

### 3 术语

#### 3.1 含气量 air content [JTG E30-2005 定义 2.1.9]

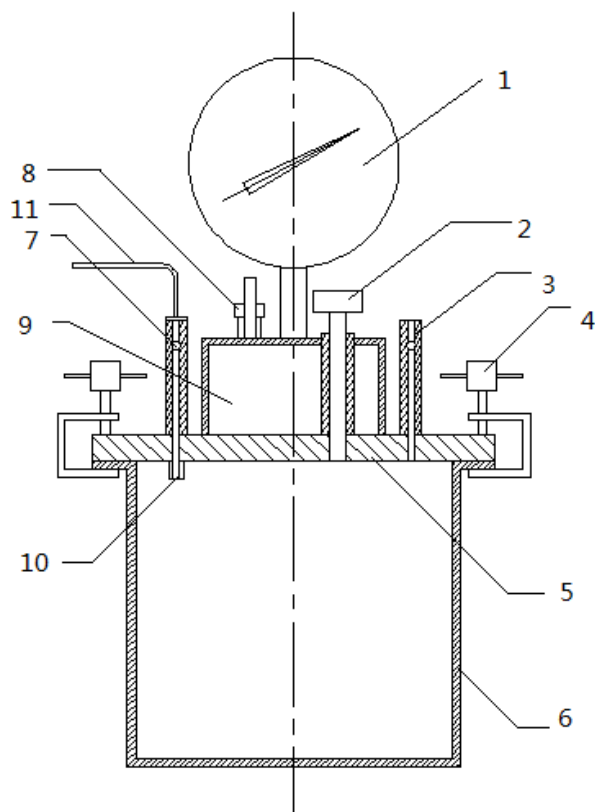
按规定试验方法，所测得水泥混凝土拌合物单位体积所含气体的百分率。

#### 3.2 含气量测定仪 Apparatus to determine air content of fresh concrete[GB/T 50080-2002]

混凝土含气量测定仪是用来测定混凝土拌和物中的含气量，适用于集料颗粒径不大于 40mm，含气量不大于 10%，有塌落度的混凝土。

### 4 概述

含气量仪主要由容器和盖体两部分组成，如图 1 所示。



1——含气量-压力表；2——操作阀；3——排气阀；4——固定卡子；5——盖体；6——容器；  
7——进水阀；8——进气阀；9——气室；10——取水管；11——标定管

图1 含气量测定仪结构示意图

采用打气筒加压的含气量仪，盖体部分主要由进水阀、进气阀、气室、操作阀、排气阀及含气量-压力表或数显系统等组成。采用手泵加压的含气量仪，盖体部分主要由进水阀、手泵、气室、气室排气阀、操作阀、排气阀及含气量表、压力表或数显系统等组成。取水管和标定管在仪器标定时使用。

根据含气量仪上显示表的不同，当安装的是普通的压力表时称为非直读式含气量测定仪，当安装的是含气量表或数显系统时称为直读式含气量测定仪。

含气量仪容器和盖体应由耐水泥腐蚀的硬质金属制成，盖体与容器的材质应相同。

## 5 计量特性

### 5.1 容器容积

容器内直径与深度应相等，容积应为  $7000\text{mL} \pm 25\text{mL}$ 。

## 5.2 气密性

含气量仪装配后应密封不漏气, 在 0.15MPa 的压力下 3min 内压力下降不大于 0.002MPa。

## 5.3 压力表和含气量表计量特性

若含气量仪上安装的是含气量表或数显系统, 其应能直接读出或显示含气量值, 含气量范围为 (0~8)%, 对分度值要求如表 1 所示:

表 1 含气量表计量特性要求

含气量范围/%	分度值/%
0~3	0.1
3~6	0.2
6~8	0.5

若含气量仪上安装的是压力表, 其计量特性要求如表 2 所示:

表 2 压力表计量特性要求

器具名称	示值允许误差/%	测量范围/MPa	分辨力/MPa
压力表	±1.6	0~0.25	0.001

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度:  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ;

6.1.2 相对湿度:  $\leq 80\%RH$ ;

### 6.2 标准器和配套设备

标准器和配套设备按表 3 选用。

表 3 标准器和配套设备

序号	仪器名称	技术要求	用途	备注
1	精密压力表	测量范围: (0~0.25) MPa 准确度等级: 0.4 级	气密性测试	也可选择其他符合要求的标准器
2	量筒	100mL, 分度值 1mL	含气量示值误差校准	
3	数字指示秤	30kg, 分辨率小于 5g	容器容积测定	
4	秒表	分度值小于 0.1s	气密性测试	



## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

含气量仪的校准项目包括外观与功能检查、容器容积测定、气密性测试、含气量示值误差校准等。

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 外观与功能性检查

通过目测和手感检查。

a) 含气量仪应有铭牌，铭牌上应有名称、型号、规格、制造编号、制造日期，生产厂商等内容。

b) 含气量仪表面应无碰伤、划伤、锈斑及影响测量准确度的其他缺陷，各运动零部件应运动灵活，无摩擦及阻滞现象，各操作手柄应动作可靠。压力表、含气量表或数显系统的计量特性应符合 5.3 的要求。其他部件应齐全、正常且无损。容器内外表面均应平整光洁，无凹凸不平，内表面不应刷漆。

#### 7.2.2 容器容积

在室温  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  条件下，先将容器与玻璃板放在秤上承重，称得质量  $M_1$ 。再向容器中加满水，用玻璃板在容器上缘滑过，不时的使用注水器向容器中注水，使容器内盛满水且玻璃板下无气泡，擦干容器外表面，将盛满水的容器与玻璃板一起称重，称得质量  $M_2$ ，按公式 (1) 计算容器容积：

$$V = \frac{M_2 - M_1}{\rho} \quad (1)$$

式中：V——容器容积，L；

$\rho$ ——校准温度下水的密度，kg/L；

$M_1$ 、 $M_2$ ——分别为容器与玻璃板不含水和含水的质量，kg。

#### 7.2.3 气密性

1) 将水加满容器，套上橡皮密封圈，加盖并拧紧固定卡子。

2) 采用打气筒加压的含气量仪打开进气阀，关闭其余阀门；采用手泵加压的含气量仪关闭全部阀门。用打气筒从进气阀或手泵打气加压至 0.15MPa，切断压力源并保持 10min，观察含气量仪在 3min 内的压力下降值不大于 0.002MPa，说明气室气密性良好。

打开操作阀, 继续保持 10min, 观察是否有气、水外泄, 以及被检含气量仪示值是否稳定。

#### 7.2.4 含气量仪示值误差校准

1) 把容器加满水, 盖体进水阀下拧入取水管, 再把盖体放在容器上, 并拧紧固定卡子。

2) 关闭操作阀, 打开进水阀和排气阀, 用注水器从进水阀加水, 同时摇动含气量仪(略微倾斜, 排气阀抬高), 从排气阀排气, 直至排气阀出水口连续冒水为止, 关闭进水阀和排气阀。采用水泵加压的含气量仪还要关闭气室排气阀。

3) 用打气筒从进气阀或手泵打压, 使压力过初始压力线(0.1MPa 或 0.2MPa)为止。停 5s 后, 微开进气阀或气室排气阀, 使含气量表压或数显系统准确定位在初始压力线上, 微开操作阀, 非直读式含气量仪读取压力表示值, 此压力值对应含气量值为 0%, 直读式含气量仪应指向零点。

4) 零点校正后, 将一个标定管接在进水阀上端, 通过标定管和取水管从容器中吸水到量筒中, 吸入量略大于容器的 1.0%, 关上进水阀。

5) 打开排气阀, 使容器内压力与大气压平衡; 打开进水阀, 将量筒中超过 1.0% 部分用吸液管吸出, 再通过进水阀返回容器中。关上进水阀和排气阀。重新加压, 使气室压力稍过初始压力。

6) 微调进气阀或气室排气阀到表针或数码显示为初始压力值, 静停 5s, 微开操作阀待指针或数码显示稳定后读数, 对于非直读式含气量仪的压力值对应含气量 1%, 对于直读式含气量仪读数应为 1.0%。

7) 重复上述操作步骤, 吸出水 2.0%、3.0%、4.0%.....8.0%, 读数应为含气量 2.0%、3.0%、4.0%.....8.0%或对应的压力值。

8) 含气量仪示值误差的校准须连续进行两次, 取两次的算术平均值。非直读式含气量仪校准后以压力表读数为横坐标, 含气量值为纵坐标, 绘制压力值与含气量关系曲线。直读式含气量仪的示值误差不超过 5.3 对应的分度值要求。

## 8 校准结果的表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书的内页格式见附录 B。

## 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由含气量仪的使用情况、使用者、含气量仪本身质量等诸因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔为 1 年。

## 附录 A

## 混凝土含气量测定仪校准记录格式

证书编号		仪器名称					
委托单位		校准地点					
制造厂		校准依据					
型号 / 规格		出厂编号					
环境温度	℃	相对湿度	%				
校准用测量标准		编号					
外观检查							
气密性检查							
压力表或数字压力表 (非直读式)	编号		量程				
	标准表数值 (MPa)		0.1				
	实测数值 (MPa)						
混凝土含气量测定仪量钵容积							
次数	量钵与玻璃板合计质量 (g)	量钵、水与玻璃板合计质量 (g)	量钵中水的质量 (g)	水的密度		量钵容积 (ml)	
				水温 (°C)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		
1						测量值	平均值
2							
3							
混凝土含气量 0%~8% 的标定							
含气量 (%)	量钵容积 (ml)	按含气量计算的水的体积 (ml)	实际流入量筒中水的体积 (ml)	对应含气量表或压力表读数 (%或 MPa)			
				第一次	第二次	平均值	
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

校准员:

核验员:

年 月 日

## 附录 B

## 校准证书（内页）格式

校准证书第 2 页

证书编号：XXXX-XXXX				
校准机构授权说明				
校准环境条件及其地点：				
温度：           ℃		相对湿度：           %		
地点：				
其它：				
测量标准及其他设备				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	有效期至

第 x 页 共 x 页

校准证书第 3 页

## 校准结果

- 1、测量范围：
- 2、外观检查：
- 3、量钵容积：
- 4、气密性检查：

校准结果：

序号	被校点 (%)	实测结果 (%或 MPa)
1	0	
2	1	
3	2	
4	3	
5	4	
6	5	
7	6	
8	7	
9	8	

本次测量结果的扩展不确定度  $U=$  (  $k=2$  )

## 附录 C

纯水在标准大气压下的密度值表

 $kg/m^3$ 

$t_{90}/^{\circ}C$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	999.699	999.691	999.682	999.672	999.663	999.654	999.644	999.634	999.625	999.615
11	999.605	999.595	999.584	999.574	999.563	999.553	999.542	999.531	999.520	999.508
12	999.497	999.486	999.474	999.462	999.450	999.439	999.426	999.414	999.402	999.389
13	999.377	999.384	999.351	999.338	999.325	999.312	999.299	999.285	999.271	999.258
14	999.244	999.230	999.216	999.202	999.187	999.173	999.158	999.144	999.129	999.114
15	999.099	999.084	999.069	999.053	999.038	999.022	999.006	998.991	998.975	998.959
16	998.943	998.926	998.910	998.893	998.876	998.860	998.843	998.826	998.809	998.792
17	998.774	998.757	998.739	998.722	998.704	998.686	998.668	998.650	998.632	998.613
18	998.595	998.576	998.557	998.539	998.520	998.501	998.482	998.463	998.433	998.424
19	998.404	998.385	998.365	998.345	998.325	998.305	998.285	998.265	998.244	998.224
20	998.203	998.182	998.162	998.141	998.120	998.099	998.077	998.056	998.035	998.013
21	997.991	997.970	997.948	997.926	997.904	997.882	997.859	997.837	997.815	997.792
22	997.769	997.747	997.724	997.701	997.678	997.655	997.631	997.608	997.584	997.561
23	997.537	997.513	997.490	997.466	997.442	997.417	997.393	997.396	997.344	997.320
24	997.295	997.270	997.246	997.221	997.195	997.170	997.145	997.120	997.094	997.069
25	997.043	997.018	996.992	996.966	996.940	996.914	996.888	996.861	996.835	996.809
26	996.782	996.755	996.729	996.702	996.675	996.648	996.621	996.594	996.566	996.539
27	996.511	996.484	996.456	996.428	996.401	996.373	996.344	996.316	996.288	996.260
28	996.231	996.203	996.174	996.146	996.117	996.088	996.059	996.030	996.001	995.972
29	995.943	995.913	995.884	995.854	995.825	995.795	995.765	995.753	995.705	995.675
30	995.645	995.615	995.584	995.554	995.523	995.493	995.462	995.431	995.401	995.370

## 附录 D

## 混凝土含气量示值误差测量不确定度评定示例

## D.1 概述

以校准测量范围为(0~8)%直读式含气量测定仪为例,用测量范围为(0~100)ml的量筒、分度值为1ml,测量范围为(0~30)kg,分辨率小于5g的台秤作为测量标准,采用直接比较法进行校准,评定含气量为5%时的测量不确定度。校准时的环境温度为21.5℃,相对湿度为65%。

## D.2 测量模型

## D.2.1 测量模型

含气量仪示值误差的测量模型为:

$$\Delta A = A_R - A_S$$

式中:  $\Delta A$ —被校含气量仪示值误差, %;

$A_R$ —同一检测点含气量仪三次测量示值的算术平均值, %;

$A_S$ —标准含气量值, %。

## D.2.2 灵敏系数

$$A_R \text{ 的灵敏系数 } c_1 = \frac{\partial \Delta A}{\partial A_R} = 1$$

$$A_S \text{ 的灵敏系数 } c_2 = \frac{\partial \Delta A}{\partial A_S} = -1$$

## D.3 标准不确定度来源

D.3.1 输入量  $A_R$  导致的标准不确定度  $u(A_R)$  由 2 个分量构成:

D.3.1.1 被校含气量仪测量重复性引入的标准不确定度  $u(A_{R1})$ ;

D.3.1.2 被校含气量仪显示分辨力引入的标准不确定度  $u(A_{R2})$ ;

D.3.2 输入量  $A_S$  导致的标准不确定度  $u(A_S)$  主要由标准器的传递误差引入。

## D.4 标准不确定度的评定

D.4.1  $u(A_R)$  的评定D.4.1.1  $u(A_{R1})$  的评定



压力源波动、示值波动以及校准过程中的其它随机因素等均会引起被校含气量仪示值与标准值的不重复，采用 A 类评定方法。

对被校含气量仪在重复性条件下，在 5% 压力点作 10 次测量，得到 10 次数值，耐破仪示值分别为：5.08%、5.12%、5.08%、5.04%、5.12%、5.08%、5.12%、5.08%、5.04%、5.12%。

$$\bar{p}_i = \frac{\sum_{i=1}^{10} p_i}{10} = 5.088\%$$

计算标准偏差得：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (p_i - \bar{p}_i)^2}{10-1}} = 0.032\%$$

实际测量中以 2 次测量结果的平均值作为测量结果，则  $u(\bar{p}_{11}) = s / \sqrt{2} = 0.023\%$ 。

#### D. 4. 1. 2 $u(A_{R2})$ 的评定

采用 B 类评定方法。

被校含气量仪显示分辨力为 0.1%，则区间半宽  $a=0.05\%$ ，该分布服从均匀分布，

故  $u(A_{R2}) = 0.05 / \sqrt{3} = 0.029\%$ 。

#### D. 4. 1. 3 $u(A_R)$ 的计算

输入量  $u(A_{R1})$  与  $u(A_{R2})$  有重复部分，取二者较大值，则  $u(A_R) = 0.029\%$ 。

#### D. 4. 2 $u(A_S)$ 的评定

采用 B 类评定方法。

$u(A_S)$  主要由标准量筒的传递误差引入，测量范围为 (0~100) ml，分度值为 1ml 的量筒允许误差为  $\pm 0.5\text{ml}$ ，则区间半宽  $a=0.5\text{ml}$ ，该分布服从均匀分布，故

$$u(A_S) = 0.5 / \sqrt{3} / 7000 * 100 = 0.004\%$$

#### D. 5 合成标准不确定度的评定

D. 5. 1 标准不确定度分量一览表见表 D. 1 所示。

表 D. 1

标准不确定度符号	不确定度的来源	标准不确定度 (%)	灵敏系数 $c_i$	标准不确定度分量 $ c_i u(x_i)$ (kPa)
$u(A_R)$	被校引入	0.029%	1	0.029%
$u(A_{R1})$	1. 被校的重复性	0.023%		
$u(A_{R2})$	2. 被校分辨力	0.029%		
$u(A_S)$	标准器传递引入	0.004%	-1	0.004%

## D. 5. 2 合成不确定度的计算

输入量  $u(A_R)$ 、 $u(A_S)$  彼此之间相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta A) = \sqrt{[c_1 u(A_R)]^2 + [c_2 u(A_S)]^2} = 0.029\%$$

## D. 6 扩展不确定度的评定

取  $k=2$ ，则扩展不确定度  $U = k \times u_c(\Delta A) = 0.06\%$ 。

## D. 7 测量不确定度的报告与表示

$$U = 0.06\% \quad (k=2)$$