



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 646—202×

移液器

Pipette

(征求意见稿)

20××-××-×× 发布

XXXX-××-×× 实施

国家市场监督管理总局 发布

移液器检定规程

Verification Regulation of
Pipette

JJG 646-20XX

代替 JJG 646-2006

本规程经国家市场监督管理总局 xxxx 年 xx 月 xx 日批准，并自 xxxx 年 xx 月 xx 日起实施。

归口单位：全国容量计量技术委员会

主要起草单位：*****

参加起草单位：*****

本规程委托全国容量计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

***** (*****)

***** (*****)

***** (*****)

参加起草人：

***** (*****)

***** (*****)

***** (*****)

***** (*****)

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.....	(2)
5 计量性能要求.....	(3)
6 通用技术要求.....	(6)
6.1 外观要求.....	(6)
6.2 活塞.....	(6)
6.3 容量调节器.....	(6)
6.4 显示窗.....	(6)
6.5 吸头.....	(6)
6.6 密合性.....	(7)
7 计量器具控制.....	(7)
7.1 检定条件.....	(7)
7.2 检定项目.....	(8)
7.3 检定方法.....	(8)
7.4 检定结果处理.....	(13)
7.5 检定周期.....	(13)
附录 A Z 值表.....	(14)
附录 B Y 值表.....	(15)
附录 C 移液器检定的操作步骤.....	(16)
附录 D 低气压地区移液器检定数值的压力修正方法.....	(18)
附录 E 移液器检定记录参考格式.....	(19)
附录 F 检定证书/检定结果通知书 检定结果内页格式.....	(20)

引 言

JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1009《容量计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本检定规程制定工作的基础性系列规范。

按照 JJG 646-2006《移液器》国家检定规程的要求，主要采用“衡量法”进行容量检测。近年来随着生产工艺和取样需求的发展，更多新量程范围的移液器进入使用环节；另一方面，国际标准化组织也正在对移液器性能参数测试和评价方法在 ISO 8655 中进行了更新。因此原规程规定的技术内容，已经无法满足现在的检定要求。实现全量程移液器容量快速、准确检测，与国际进行技术接轨，成为亟待解决的问题，所以在 JJG 646-2006《移液器》基础上对其进行修订非常必要。

本规程以 ISO 8655-2《活塞式容量测量仪器-第 2 部分 移液器》(Piston-operated volumetric apparatus - Part 2: pipettes)、ISO 8655-6《活塞式容量测量仪器-第 6 部分 重量法测量误差的测定》(Piston-operated volumetric apparatus - Part 6: Gravimetric methods for the determination of measurement error)、ISO/TR 20461《重量法体积测量不确定度的测定》(Determination of uncertainty for volume measurements made using the gravimetric method)为参考，结合我国移液器计量的行业状况和相关企业的实际需求，对 JJG 646-2006《移液器》进行了修订。格式上按照 JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》进行编写，本规程与 JJG 646-2006 相比，除了编辑性修改外，本规程主要技术指标变化如下：

- 增加了引言部分；
- 增加了引用文件；
- 增加了术语和计量单位；
- 修改了移液器的分类、结构及示意图；
- 增加了计量性能要求中移液器的标称容量及有关检定点的技术指标；
- 修改了密合性；

-
- 修改了检定环境中室温的范围；
 - 增加了检定环境中相对湿度的要求；
 - 修改了检定设备表中主要设备的表述；
 - 增加了密合性检验的方法；
 - 细化了检定前的准备；
 - 增加了多道移液器和电动移液器的检定；
 - 修改了移液器的体胀系数；
 - 增加了纯水密度公式；
 - 修改了移液器容量计算的简便公式；
 - 增加了浮力修正和质量体积换算的综合系数公式、热膨胀修正系数公式；
 - 增加了空气密度的公式；
 - 修改了容量相对误差的计算公式；
 - 删除了 $K(t)$ 值表；
 - 增加了 Z 值表和 Y 值表
 - 增加了移液器检定的操作步骤；
 - 完善了移液器的检定记录格式；
 - 完善了移液器的检定证书内页格式。

移液器检定规程

1 范围

本规程适用于常压环境下空气置换式移液器的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

GB/T 6682 《分析实验室用水规格和试验方法》

ISO 8655-2 《活塞式容量测量仪器-第 2 部分 移液器》(Piston-operated volumetric apparatus - Part 2: pipettes)

ISO 8655-6 《活塞式容量测量仪器-第 6 部分 重量法测量误差的测定》(Piston-operated volumetric apparatus - Part 6: Gravimetric methods for the determination of measurement error)

ISO/TR 20461 《重量法体积测量不确定度的测定》(Determination of uncertainty for volume measurements made using the gravimetric method)

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 移液器

具有一定量程范围，仪器的活塞通过弹簧的伸缩运动，利用大气压力进行吸液和排液，从而实现定量转移液体的计量器具。(俗称加样枪、移液枪、微量加样器等)。

3.1.2 可调移液器

可调节容量值的移液器。

3.1.3 定量移液器

具有单一容量值的移液器。

3.1.4 单道移液器

只具有一个移液通道的移液器。

3.1.5 多道移液器

具有多个移液通道的移液器。

3.1.6 电动移液器

由电子显示屏、电讯号驱动控制活塞等部件组成,可自动调节量程的移液器。

3.1.7 容量调节器

调整容量数码器的旋钮部件。

3.1.8 移液控制键

控制吸入、排出液体的控制部件。

3.1.9 吸头推出管按钮

控制吸头推出管的部件。

3.1.10 吸头推出管

移除吸头的部件。

3.1.11 吸头连接部件

移液器与吸头连接的部分。

3.1.12 吸头

安装在移液器本体下端的,用于吸入、排出液体的部件。

3.1.13 显示窗

在移液器上显示容量量值的窗口。

3.1.14 标称容量

标称容量是指根据移液器的容量大小,在移液器上所标注的容量值。

3.2 计量单位

移液器的计量单位为微升,符号 μL 或毫升,符号 mL 。

4 概述

移液器主要用于医疗卫生、环境监测、食品检验、石油化工、生物化学等科研及生产部门,在生化分析及化验中作液体的取样或加样用。

移液器利用空气排空原理进行工作,以活塞在活塞套内移动的距离确定其吸入或排出液体的体积。

4.1 移液器的分类

移液器为量出式量器，按驱动型式可分为手动移液器和电动移液器，按容量调节分为定量移液器和可调移液器，按通道型式分为单道移液器和多道移液器。

4.2 移液器的结构

移液器主要由容量调节器、吸头推出管按钮、显示窗、活塞、活塞套筒、吸头推出管、吸头连接部件等部分组成。

常用移液器的结构见图 1~图 2。

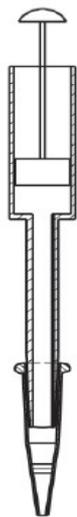


图 1 单道移液器

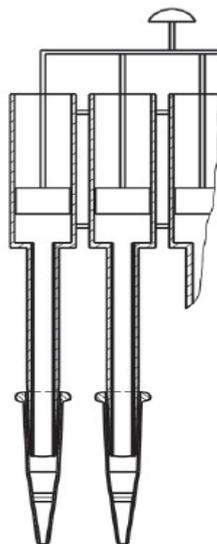


图 2 多道移液器

5 计量性能要求

5.1 移液器在标准温度 20 °C 时，其容量最大允许误差和测量重复性应符合表 1 的要求。

表 1 移液器容量最大允许误差和测量重复性

标称容量 μL	检定点 μL	容量最大允许误差 $\pm(\%)$	测量重复性 $\leq(\%)$
1	0.1	25.0	10.0
	0.5	20.0	10.0
	1	12.0	6.0
2	0.2	20.0	10.0
	1	12.0	6.0
	2	12.0	6.0

2.5	0.25	20.0	10.0
	1.25	12.0	6.0
	2.5	12.0	6.0
3	0.3	20.0	10.0
	1.5	12.0	6.0
	3	12.0	6.0
5	0.5	20.0	10.0
	2.5	12.0	6.0
	5	8.0	4.0
10	1	18.0	9.0
	5	8.0	4.0
	10	8.0	4.0
20	2	12.0	6.0
	10	8.0	4.0
	20	4.0	2.0
25	2.5	12.0	6.0
	10	8.0	4.0
	25	4.0	2.0
40	5	8.0	4.0
	20	4.0	2.0
	40	3.0	1.5
50	5	8.0	4.0
	25	4.0	2.0
	50	3.0	1.5
100	10	8.0	4.0
	50	3.0	1.5
	100	2.0	1.0
200	20	4.0	2.0
	100	2.0	1.0
	200	1.5	1.0
250	25	4.0	2.0
	125	2.0	1.0
	250	1.5	1.0

300	30	4.0	2.0
	150	2.0	1.0
	300	1.5	1.0
1000	100	3.0	1.5
	500	1.0	0.5
	1000	1.0	0.5
1200	120	3.0	1.5
	600	1.0	0.5
	1200	1.0	0.5
1250	125	3.0	1.5
	625	1.0	0.5
	1250	1.0	0.5
2000	200	3.0	1.5
	1000	1.0	0.5
	2000	0.5	0.2
2500	250	3.0	1.5
	1250	1.0	0.5
	2500	0.5	0.2
5000	500	3.0	1.5
	2500	0.8	0.3
	5000	0.6	0.2
10000*	1000	3.0	1.5
	2000	1.5	0.8
	5000	0.9	0.3
	10000	0.6	0.2
20000	2000	4.0	2.0
	10000	1.0	0.5
	20000	0.6	0.3

注：

1、如被检移液器量程范围与表 1 中应测量的检定点不一致，应按照移液器量程范围进行检定，且按照表 1 中的技术指标执行。例如：标称容量为 2.5 μL 的移液器，若量程范围为(0.1~2.5) μL ，则该移液器应测量的检定点为 0.1 μL 、1.25 μL 、2.5 μL ，且这 3 个点的技术指标应按规程中相应检定点的技术指标执行。

2、多道移液器容量最大允许误差和测量重复性，按照表 1 中相关检定点技术指标的 1.5 倍执行。

3、对于定量移液器，可视其定量点为标称容量，按表 1 中该标称容量的技术指标执行。

4、表 1 中*号包含的 2000 μL 检定点的技术指标适用于该量程范围最小检定点为 2000 μL 的移液器。

6 通用技术要求

6.1 外观要求

6.1.1 移液器塑料件外壳表面应平整、光滑、不得有明显的缩痕、废边、裂纹、气泡和变形等现象；金属件表面镀层应无脱落、锈蚀和起层。

6.1.2 移液器主体应具有下列标记：制造厂或商标、标称容量(单位： μL 或 mL)、型号规格、出厂编号。

6.2 活塞

按动移液器的操作按钮时，活塞上、下移动应灵活，第一、第二停点分挡界限明显可感。

6.3 容量调节器

容量调节器应转动灵活，无明显卡顿。

6.4 显示窗

显示窗能够清晰显示容量数值，且数值清晰完整。

6.5 吸头

6.5.1 吸头为符合使用要求的尖状管。

6.5.2 吸头不得有明显的变形，内壁应光洁、平滑，排液后不能有可见的残留液体存在。

6.5.3 不同规格型号的移液器应根据厂家推荐或建议选择相应配套的吸头。

6.6 密合性

安装吸头后的移液器在-0.04 MPa 的负压下，5 s 内不得有漏气现象。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定以及使用中检验。

7.1 检定条件

7.1.1 检定环境

环境温度：(20±3)°C，且室温变化不得大于 1 °C/h 的条件下进行检定。

相对湿度：(30~80)%RH，且相对湿度变化不大于 10%RH/h。

7.1.2 检定介质

检定介质应符合 GB/T 6682 《分析实验用水规格和试验方法》要求的 3 级以上蒸馏水或去离子水；并提前 24 小时放入实验室内，使其温度与室温温差不得大于 2 °C。

7.1.3 被检移液器应在检定前 4 小时放入实验室内进行恒温。

7.1.4 检定用设备

检定所用设备的技术指标应符合本规程表 2 及表 3 中的技术指标要求，且其量值有效溯源。

7.1.4.1 主要设备见表 2、辅助设备见表 3。

表 2 主要设备一览表

设备名称	被检移液器的标称容量(V)	实际分度值(d) mg	重复性(s) mg	扩展不确定度 $U(k=2)^a$ mg
电子天平	$0.1 \mu\text{L} \leq V \leq 10 \mu\text{L}$	0.001 ^b	0.006	0.012
		0.01 ^c	0.03	0.06
	$10 \mu\text{L} < V \leq 200 \mu\text{L}$	0.01	0.03	0.06
	$200 \mu\text{L} < V \leq 10 \text{mL}$	0.1	0.2	0.4
	$10 \text{mL} < V \leq 20 \text{mL}$	1	2	4

注

- a 扩展不确定度根据实际标称容量进行计算，包括未修正的误差及所产生的漂移与环境影响量，可参考电子天平校准证书上给出的对应扩展不确定度(校准依据 JJF 1847-2020 《电子天平校准规范》)。
- b 单道天平。
- c 实际分度值 0.01mg 多道天平仅限于 1 μL 以上范围容量点(包括 1 μL)的校准。

表 3 配套设备一览表

设备名称		测量范围	技术要求
密合装置		(-0.1~0)MPa	分度值: 0.005 MPa
温度计		(0~30)°C	分度值: 0.1 °C
秒表		(1~3600)s	分度值: 0.1 s
气压表		(800~1060)hPa	分度值: 1 hPa
温湿度计 (表)	温度	(0~50)°C	分度值: 0.1 °C
	相对湿度	(10~95)%RH	分度值: 1.0%RH

7.1.4.2 其他设备: 读数放大镜(1×10 倍)、检定架、带盖称量杯等根据实际情况自行使用。

7.2 检定项目

检定项目见表 4。

表 4 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观	+	+	+
密合性	+	+	+
容量	+	+	+

注: “+”表示应检项目; “-”表示可不检项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

用目测、触摸或用放大镜观察被检移液器, 外观应符合第 6.1 条的要求。

7.3.2 密合性检验

密合性检验可用气泡观察法或泄漏率测试法之一进行。

7.3.2.1 气泡观察法

将已安装吸头的被检移液器连接在密合性检验装置测试端口上, 启动抽气设备, 使得试剂瓶上部空气区域的负压值达到-0.04 MPa, 达到平衡后, 持续 5 s, 此时测试玻璃管下端无气泡产生, 则该被检移液器密合性合格。(见图 3)

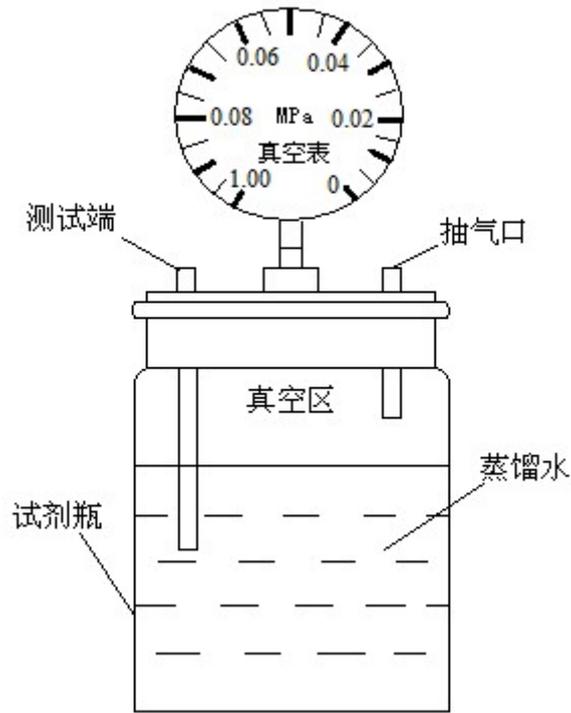


图3 密合性检验装置示意图(气泡观察法)

7.3.2.2 泄漏率测试法

将已安装吸头的被检移液器与密合性检验装置相连接。启动抽气设备，使负压值达到-0.04 MPa，达到平衡后停止抽气，持续5 s，此时屏幕所显示的负压值变化值不超过5 kPa，则该被检移液器密合性合格。(见图4)

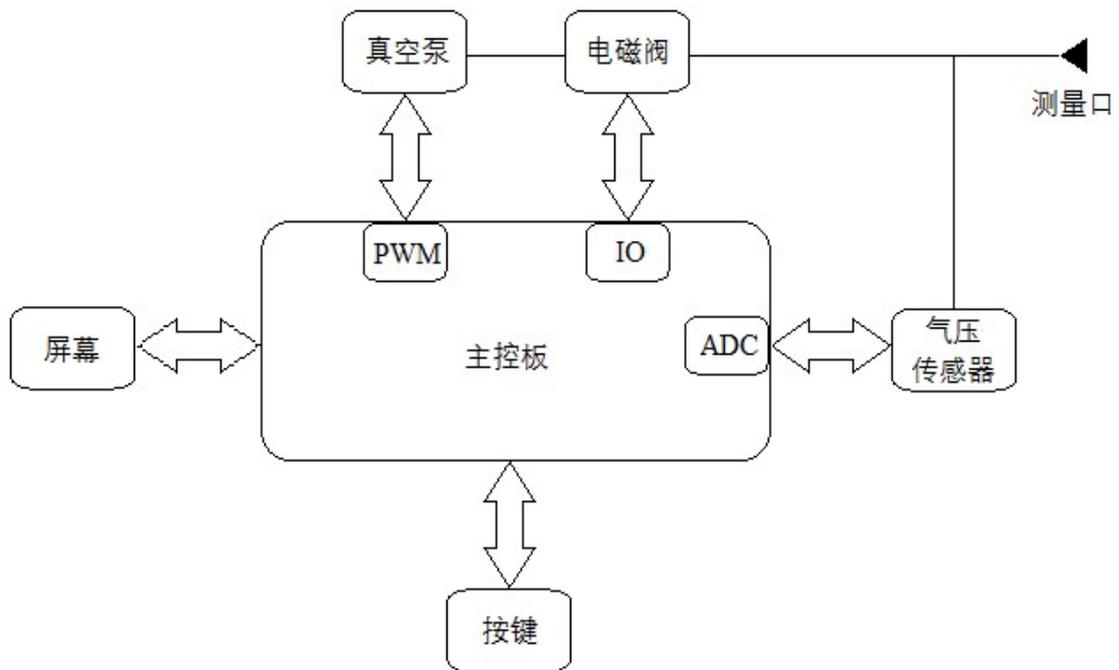


图4 密合性检验装置示意图(泄漏率测试法)

7.3.3 容量检定

采用衡量法对移液器容量进行检定。

7.3.3.1 检定前的准备

(1)移液器的容量调节器功能应完好，调节容量时，应转动灵活顺畅，无卡滞现象，且调节后显示的数字完整，并上下或左右对齐。

(2)选用的吸头与被检移液器的吸头连接部件配套，在移液器的下端，轻轻转动吸头，以保证移液器的密合性。

(3)对吸头进行 2~3 次的润洗，在吸液、排液过程中吸头内壁应没有挂水现象。

7.3.3.2 单道移液器的检定

(1)检定点的选择：依据表 1 执行。

(2)将带盖称量杯放入电子天平中，待天平显示稳定后，按下置零键使电子天平复零。

(3)将移液器的容量调至被检定点。

(4)垂直地握住移液器，将按钮掀到检定位置，此时将吸头浸入装有蒸馏水的容器内，并保持在液面以下一定深度，缓慢放松按钮，等待几秒后离开液面(吸头具体浸入深度及等待时间见附录 C 中表 C.1)，此时确保吸头外无液体(应避免将吸头内的液体吸出)。

(5)从电子天平中取出称量杯，将吸头流液口靠在称量杯内壁并与其成 45°角，缓慢地把按钮掀到第一停止点，等待 1 s~2 s，再将按钮完全掀下，然后将吸头沿着称量杯的内壁向上移开。

(6)将称量杯放入天平称盘上，记录此时天平显示出的数值，同时测量并记录容器内蒸馏水的温度。

(7)重复 6 次执行(1)~(6)款，其每次测量误差不得超过表 1 的规定。

(8)在 6 次检定过程中，吸头如无挂水现象则不允许更换。

7.3.3.3 多道移液器的检定

(1)将移液器第一通道的吸头连接部件下端对准位置在第一吸头上后缓慢倾斜插入，同时向前移动多道移液器至垂直，轻按移液器使其各道吸头连接部件下端与相应位置的吸头密切接触后，没有松动现象产生(或依次将吸头安装至移液器的每个吸头连接部件下端，此时，连接处不能有松动的现象产生)。

(2)执行第 7.3.3.2 条第(1)~(8)款的检定步骤。

(3)各通道的测量误差及重复性误差符合表 1 的技术要求。

7.3.3.4 电动移液器的检定

电动移液器应根据其自身设置程序进行容量检定点的调节。执行 7.3.3.2 条第(1)~(8)款和 7.3.3.3 条第(1)~(3)款的检定步骤。单道电动移液器及多道电动移液器测量误差及重复性误差符合表 1 的技术要求。

7.3.4 数据处理

7.3.4.1 移液器实际容量计算

将执行 7.3.3.2.(1)~(6)条所测得的质量值、温度值和空气密度值分别代入下式，即可求得被检移液器在标准温度 20°C 时的实际容量值。

$$V_{20} = \frac{m(\rho_B - \rho_A)}{\rho_B(\rho_W - \rho_A)} [1 + \beta(20 - t_w)] \quad (1)$$

式中： V_{20} ——为温度 20°C 时的移液器的实际容量，mL；

m ——为被检移液器所排出的蒸馏水或去离子水表观质量，g；

ρ_B ——为砝码密度，取 8.00 g/cm³；

ρ_A ——为检定时实验室内的空气密度，一般为 0.0012 g/cm³；

ρ_W ——为蒸馏水或去离子水在 t °C 时的密度，g/cm³；

β ——为被检移液器的体胀系数，一般为 $2.4 \times 10^{-4}/\text{°C}$ ；

t_w ——为检定时介质水的温度，°C。

纯水密度公式如下：

$$\rho_W = a_5 \left[1 - \frac{(t_w + a_1)^2 (t_w + a_2)}{a_3 (t_w + a_4)} \right] \quad (2)$$

式中： t_w ——检定时介质水的温度，°C；

a_1 —— -3.983035 °C；

a_2 —— 301.797 °C；

a_3 —— 522528.9 °C²；

a_4 —— 69.34881 °C;

a_5 —— 0.999975 g/cm³。

空气密度 ρ_A 计算公式如下:

$$\rho_A = \frac{0.34848P_a - 0.009h_r \exp(0.061t_a)}{(t_a + 273.15)/1000} \quad (3)$$

式中: ρ_A ——空气密度, g/cm³;

P_a —— 大气压, hPa;

h_r —— 相对湿度, %;

t_a —— 环境温度, °C。

为简便计算过程, 也可将式(1)化为下列形式:

$$V_{20} = m \times Z \times Y \quad (4)$$

式中: Z ——是浮力修正和质量体积换算的综合系数, cm³/g;

Y ——仪器的热膨胀修正系数;

其中:

$$Z = \frac{\rho_B - \rho_A}{\rho_B(\rho_W - \rho_A)} \quad (5)$$

$$Y = 1 + \beta(20 - t_w) \quad (6)$$

Z 值和 Y 值列于附录 A 和附录 B 中。根据测定值 m 和检定时蒸馏水的温度所对应的 Z 值和 Y 值, 即可求出被检移液器在标准温度 20 °C 时的实际容量值。

7.3.4.2 移液器的容量相对误差计算

$$E = \frac{\overline{V_{20}} - V_S}{V_S} \times 100\% \quad (7)$$

式中: E ——容量相对误差, %;

V_S ——标称容量, μL 或 mL ;

$\overline{V_{20}}$ ——6 次测量的 20 °C 时的算术平均值, μL 或 mL 。

7.3.4.3 移液器的容量测量重复性计算

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}} \quad (8)$$

$$S = \frac{\sigma_{n-1}}{\bar{V}} \times 100 \% \quad (9)$$

式中：
 σ_{n-1} ——标准偏差， μL 或 mL ；
 n ——检定次数；
 v_i ——单次测量值与被测量的平均值之差， μL 或 mL ；
 S ——测量重复性，%。

7.4 检定结果处理

检定结果符合表 1 中规定的技术指标的移液器发给检定证书，技术指标不符合规定的移液器发给检定结果通知书，并注明不合格项。

7.5 检定周期

移液器检定周期为 1 年。

附录 A

Z 值表

(表中空气密度 $\rho_A = 0.0012 \text{ g/cm}^3$)

水温/°C	$Z/(cm^3/g)$	水温/°C	$Z/(cm^3/g)$	水温/°C	$Z/(cm^3/g)$
15.0	1.001951	18.4	1.002533	21.8	1.003243
15.1	1.001967	18.5	1.002552	21.9	1.003265
15.2	1.001982	18.6	1.002572	22.0	1.003288
15.3	1.001997	18.7	1.002591	22.1	1.003311
15.4	1.002013	18.8	1.002610	22.2	1.003335
15.5	1.002029	18.9	1.002629	22.3	1.003358
15.6	1.002044	19.0	1.002649	22.4	1.003381
15.7	1.002061	19.1	1.002670	22.5	1.003404
15.8	1.002077	19.2	1.002689	22.6	1.003427
15.9	1.002093	19.3	1.002709	22.7	1.003450
16.0	1.002109	19.4	1.002729	22.8	1.003475
16.1	1.002125	19.5	1.002749	22.9	1.003498
16.2	1.002142	19.6	1.002769	23.0	1.003522
16.3	1.002158	19.7	1.002790	23.1	1.003546
16.4	1.002175	19.8	1.002810	23.2	1.003570
16.5	1.002192	19.9	1.002831	23.3	1.003594
16.6	1.002209	20.0	1.002852	23.4	1.003619
16.7	1.002226	20.1	1.002873	23.5	1.003643
16.8	1.002243	20.2	1.002894	23.6	1.003667
16.9	1.002260	20.3	1.002915	23.7	1.003692
17.0	1.002278	20.4	1.002936	23.8	1.003716
17.1	1.002296	20.5	1.002957	23.9	1.003742
17.2	1.002313	20.6	1.002978	24.0	1.003766
17.3	1.002331	20.7	1.002999	24.1	1.003791
17.4	1.002349	20.8	1.003022	24.2	1.003816
17.5	1.002366	20.9	1.003043	24.3	1.003841
17.6	1.002384	21.0	1.003065	24.4	1.003866
17.7	1.002403	21.1	1.003087	24.5	1.003892
17.8	1.002421	21.2	1.003109	24.6	1.003917
17.9	1.002439	21.3	1.003130	24.7	1.003942
18.0	1.002458	21.4	1.003153	24.8	1.003968
18.1	1.002476	21.5	1.003176	24.9	1.003993
18.2	1.002496	21.6	1.003198	25.0	1.004020
18.3	1.002515	21.7	1.003220		

附录 B

Y 值表

(表中 $\beta = 2.4 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$)

水温/ $^\circ\text{C}$	Y	水温/ $^\circ\text{C}$	Y	水温/ $^\circ\text{C}$	Y
15.0	1.001200	18.4	1.000384	21.8	0.999568
15.1	1.001176	18.5	1.000360	21.9	0.999544
15.2	1.001152	18.6	1.000336	22.0	0.999520
15.3	1.001128	18.7	1.000312	22.1	0.999496
15.4	1.001104	18.8	1.000288	22.2	0.999472
15.5	1.001080	18.9	1.000264	22.3	0.999448
15.6	1.001056	19.0	1.000240	22.4	0.999424
15.7	1.001032	19.1	1.000216	22.5	0.999400
15.8	1.001008	19.2	1.000192	22.6	0.999376
15.9	1.000984	19.3	1.000168	22.7	0.999352
16.0	1.000960	19.4	1.000144	22.8	0.999328
16.1	1.000936	19.5	1.000120	22.9	0.999304
16.2	1.000912	19.6	1.000096	23.0	0.999280
16.3	1.000888	19.7	1.000072	23.1	0.999256
16.4	1.000864	19.8	1.000048	23.2	0.999232
16.5	1.000840	19.9	1.000024	23.3	0.999208
16.6	1.000816	20.0	1.000000	23.4	0.999184
16.7	1.000792	20.1	0.999976	23.5	0.999160
16.8	1.000768	20.2	0.999952	23.6	0.999136
16.9	1.000744	20.3	0.999928	23.7	0.999112
17.0	1.000720	20.4	0.999904	23.8	0.999088
17.1	1.000696	20.5	0.999880	23.9	0.999064
17.2	1.000672	20.6	0.999856	24.0	0.999040
17.3	1.000648	20.7	0.999832	24.1	0.999016
17.4	1.000624	20.8	0.999808	24.2	0.998992
17.5	1.000600	20.9	0.999784	24.3	0.998968
17.6	1.000576	21.0	0.999760	24.4	0.998944
17.7	1.000552	21.1	0.999736	24.5	0.998920
17.8	1.000528	21.2	0.999712	24.6	0.998896
17.9	1.000504	21.3	0.999688	24.7	0.998872
18.0	1.000480	21.4	0.999664	24.8	0.998848
18.1	1.000456	21.5	0.999640	24.9	0.998824
18.2	1.000432	21.6	0.999616	25.0	0.998800
18.3	1.000408	21.7	0.999592		

附录 C

移液器检定的操作步骤

C.1 吸头的选择

根据移液器的规格型号，应选择相应配套或被检移液器说明书建议使用的吸头。

C.2 密合性检查

按照 7.3.2 中规定的方法进行密合性检验。

C.3 吸头的安装

C.3.1 建议采用旋转安装法，即将移液器的吸头连接部件顶端垂直插入吸头中，在轻轻用力下压的同时，左右微微(或小幅度)转动，且不可用力过猛，使其紧密结合，上紧即可。

C.3.2 如果是多道(如 8 道或 12 道)移液器，则可以将移液器的第一道对准第一个吸头，然后倾斜地插入，往前后方向摇动即可卡紧。

C.4 量程的调节

C.4.1 通过容量调节器将容量值调节至接近要测量的检定点；当容量值接近检定点之后，应将移液器横置，水平放至眼前，通过容量调节器慢慢地将容量值调节至检定点。

C.4.2 从大容量调节至小容量时，调节到要测量的检定点即可。

C.4.3 从小容量调节至大容量时，先调节到超过要测量的容量值，再回调至检定点处。

C.5 吸头的润洗

在检定之前，吸头吸取或排放蒸馏水或去离子水至少(1~3)次，以润湿吸头，使头内壁形成一道同质液膜，整个移液过程具有一致性和重现性。

C.6 移液(吸液与排液)

C.6.1 吸液：将移液器的移液控制键按至第一停点，吸头垂直浸入液面(浸入深度应根据移液器的量程灵活掌握，参考深度要求见表 C.1)，然后慢慢松开移液控制键。

表 C.1 吸头浸入深度及吸液后等待时间参考值

量程/ μL	0.1~10	>10~200	>200~2000	>2000
浸入深度/mm	1~2	2~3	2~4	3~6
吸液后等待时间/s	1	1	1	3

C.6.2 排液：吸头尖端可贴靠称量杯内壁，并有一定倾斜角度，大约在($30^\circ\sim 45^\circ$)角。将移液控制键缓慢按至至第一停点排出液体，稍微停顿($1\sim 2$)s 后，待剩余液体聚集，快速按移液控制键至第二停点将剩余液体全部排出。最后松开移液控制键。(如图 C.1 所示)容量值低于 $10\ \mu\text{L}$ 的可直接排液到称量杯底部。

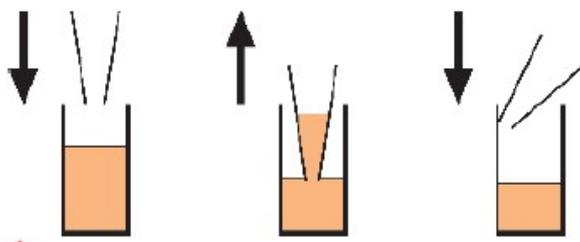


图 C.1 移液法

C.6.3 移液时应慢吸慢放，控制好弹簧的伸缩速度，缓慢平稳地松开移液控制键，不允许突然松开。

C.6.4 排液时如果出现吸头内壁有挂液现象，建议重新更换吸头进行测量。

C.7 吸头的卸载

按下吸头推出管按钮，吸头自动脱落。

C.8 多道移液器和电动移液器的操作步骤

多道移液器和电动移液器的操作步骤基本与单道移液器相同，多道移液器在安装吸头时同样应注意保证每个通道的密合性；电动移液器在调节目程时可按仪器本身设置进行调节。

C.9 注意事项

C.9.1 移液器测量后应调回最大量程。

C.9.2 保证称量环境湿度恒定，且被检移液器与介质应提前进行恒温。

C.9.3 测量过程中合理选取计量标准器。

附录 D

低气压地区移液器检定数值的压力修正方法

当移液器内负压腔体容积和移液器吸头内液体高度已知的情况下，可以采用下面公式进行地点 X_1 (气压为 $P_{L,X1}$)和地点 X_2 (气压为 $P_{L,X2}$)之间由于气压不同引起的容积修正值计算：

$$\Delta V = -V_t \times \rho_w \times g \times h_w \times \left(\frac{1}{P_{L,X_2} - \rho_w \times g \times h_w} - \frac{1}{P_{L,X_1} - \rho_w \times g \times h_w} \right) \quad \text{D.1}$$

式中：

ΔV —— 地点 X_1 和地点 X_2 之间由于气压不同引起的容积修正值， μL ；

V_t —— 移液器内负压腔体容积， μL ；

g —— 重力加速度， m/s^2 ；

h_w —— 移液器吸头内液体高度， m ；

$P_{L,X1}$ —— 地点 X_1 的大气压强， Pa ；

$P_{L,X2}$ —— 地点 X_2 的大气压强， Pa ；

ρ_w —— 纯水密度， g/cm^3 。

示例如下：以 1 支 $100 \mu\text{L}$ 定量移液器为例，将检定数据按照公式 D.1 进行修正，式中 $h_w=0.030 \text{ m}$ ， $V_t=437 \mu\text{L}$ 是由移液器生产商提供， $P_{L,X1}=1013.25 \text{ hPa}$ (标准大气压)， $P_{L,X2}=814 \text{ hPa}$ ，则 $\Delta V = -0.31 \mu\text{L}$ 。

附录 F

检定证书/检定结果通知书内页格式（供参考）

(检定证书/检定结果通知书第 3 页)

证 书 编 号：

检 定 结 果

仪器编号	规格型号 /μL	检定点 /μL	容量相对 误差/%	测量重复性 /%	检定结论
吸头		<input type="checkbox"/> 原厂规格		<input type="checkbox"/> 其他规格	

（注明吸头是否采用了原厂或其他规格。）

以下空白

第×页 共×页

(注：如果是不合格仪器，应给出检定结果不合格项。)