



中华人民共和国国家计量检定系统表

JJG 2094—2010

密度计量器具

Measuring Instruments for Density

2010—06—10 发布

2010—09—10 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

密度计量器具检定系统表

Verification Scheme of Measuring

Instruments for Density

JJG 2094—2010

本检定系统表经国家质量监督检验检疫总局于 2010 年 6 月 10 日批准，
并自 2010 年 9 月 10 日起施行。

归口单位：全国质量密度技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：黑龙江省计量科学研究院

广东省计量科学研究院

本检定系统表由全国质量密度技术委员会负责解释

主要起草人：

罗志勇（中国计量科学研究院）

参加起草人：

徐秀华（黑龙江省计量科学研究院）

陈朝晖（中国计量科学研究院）

顾英姿（中国计量科学研究院）

阳金勇（广东省计量科学研究院）

目 录

1	密度计量基准器具.....	(1)
2	密度计量标准器具.....	(1)
3	工作计量器具.....	(2)
4	玻璃浮计的扩展不确定度.....	(4)
5	密度计量器具检定系统框图.....	(4)

密度计量器具检定系统表

本检定系统表适用于密度计量器具的量值传递。它规定了从密度国家基准通过计量标准向工作计量器具传递量值的程序和方法,并给出了相应的扩展不确定度或最大允许误差。本系统表为确保密度计量器具达到相应的技术指标和确认其溯源性提供指导。

1 密度计量基准器具

密度计量基准器具由固体密度基准,密度副基准—密度计组和密度副基准—酒精计组组成。

1.1 固体密度基准

固体密度基准主要包括单晶硅球、硅球直径测量装置、密度量值传递基准装置。固体密度基准采用绝对测量方法建立,它的量值直接溯源到基本国际单位制的质量和长度单位,是用于复现和统一全国密度量值的最高依据。固体密度基准的测量范围为 $(500\sim 10\,000)\text{ kg/m}^3$,其相对扩展不确定度为 2×10^{-7} , $k=2$ 。虚框中 $(650\sim 3\,000)\text{ kg/m}^3$ 的固体密度是被测量对象而不是基准,与固体密度基准之间用虚线连接,反映了固体密度基准的测量能力。

1.2 密度副基准——密度计组

基准密度计组由137支玻璃浮计组成;其量值通过直接比较法向密度计量标准器具进行量值传递;基准密度计组的测量范围为 $(650\sim 3\,000)\text{ kg/m}^3$,其中测量范围 $(650\sim 780)\text{ kg/m}^3$,分度值为 0.1 kg/m^3 ,扩展不确定度为 0.04 kg/m^3 , $k=2$;测量范围 $(780\sim 1\,040)\text{ kg/m}^3$,分度值为 0.05 kg/m^3 ,扩展不确定度为 0.02 kg/m^3 , $k=2$;测量范围 $(1\,040\sim 1\,500)\text{ kg/m}^3$,分度值为 0.1 kg/m^3 ,扩展不确定度为 0.04 kg/m^3 , $k=2$;测量范围 $(1\,500\sim 2\,000)\text{ kg/m}^3$,分度值为 0.2 kg/m^3 ,扩展不确定度为 0.08 kg/m^3 , $k=2$;测量范围 $(2\,000\sim 3\,000)\text{ kg/m}^3$,分度值为 0.5 kg/m^3 ,扩展不确定度为 0.2 kg/m^3 , $k=2$ 。

1.3 密度副基准——酒精计组

副基准酒精计由25支玻璃浮计组成,其量值由固体密度基准通过静力称量法并通过国际酒精浓度表转换而来,通过直接比较法传递给一等标准酒精计组;副基准酒精计的测量范围为 q : $0\%\sim 100\%$,分度值为 0.05% ,扩展不确定度为 $0.015\%\sim 0.030\%$, $k=2$ 。

2 密度计量标准器具

密度计量标准器具按测量原理分为两类。第一类是以阿基米德定律为基础的玻璃浮计。包含一、二等标准密度计组,一、二等标准酒精计组,二等标准石油密度计组,一等标准糖量计组和一等标准海水计组。第二类是基于振动管原理的在线振动管密度标准装置和台式振动管密度标准装置。

2.1 一、二等标准密度计组

一等标准密度计组由 39 支玻璃浮计组成（非连续型），其量值由基准密度计组通过直接比较法传递，测量范围为 $(650 \sim 2\,000) \text{ kg/m}^3$ 。 $(650 \sim 1\,500) \text{ kg/m}^3$ 分度值为 0.2 kg/m^3 ，其扩展不确定度为 $8 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3$ ， $k=2$ ； $(1\,500 \sim 2\,000) \text{ kg/m}^3$ 分度值为 0.5 kg/m^3 ，其扩展不确定度为 $20 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3$ ， $k=2$ 。此外，一等标准密度计组相邻浮计密度值是非连续的，为方便使用可自行配备密度计以实现断点测量；二等标准密度计组由 17 支玻璃浮计组成，其量值由一等标准密度计组通过直接比较法传递，测量范围为 $(650 \sim 1\,500) \text{ kg/m}^3$ ，分度值为 0.5 kg/m^3 ，其扩展不确定度为 0.20 kg/m^3 ， $k=2$ 。

2.2 一、二等标准酒精计组

一等标准酒精计组由 10 支玻璃浮计组成，其量值由副基准酒精计组通过直接比较法传递，测量范围为 $0\% \sim 100\%$ ，分度值为 0.1% ，其扩展不确定度为 0.04% ， $k=2$ ；二等标准酒精计组由 5 支玻璃浮计组成，其量值由一等标准酒精计组通过直接比较法传递，测量范围为 $0\% \sim 100\%$ ，分度值为 0.2% ，其扩展不确定度为 0.08% ， $k=2$ 。

2.3 一等标准糖量计组

一等标准糖量计组由 8 支玻璃浮计组成，其量值由基准密度计组通过直接比较法经密度换算表换算后传递，其测量范围为 p ： $0\% \sim 80\%$ ，分度值为 0.1% ，其扩展不确定度为 0.03% ， $k=2$ 。

2.4 一等标准海水计组

一等标准海水计组由 5 支玻璃浮计组成，其量值由基准密度计组通过直接比较法经密度换算传递，测量范围为 $1.000\,0 \sim 1.040\,0$ ，分度值为 $0.000\,1$ ，其扩展不确定度为 4×10^{-5} ， $k=2$ 。

2.5 二等标准石油密度计组

二等标准石油密度计组由 10 支玻璃浮计组成，其量值由一等标准密度计组通过直接比较法传递，测量范围为 $(600 \sim 1\,100) \text{ kg/m}^3$ ，分度值为 0.5 kg/m^3 ，其扩展不确定度为 0.15 kg/m^3 ， $k=2$ 。本系统表不含 $(600 \sim 650) \text{ kg/m}^3$ 石油密度段的量值传递，该密度段的量值将通过静态称量法实现。

2.6 在线振动管密度标准装置

在线振动管密度标准装置的测量方法之一是利用基准密度计组进行量值传递，其测量范围为 $(650 \sim 1\,400) \text{ kg/m}^3$ 。其（装置）扩展不确定度为 0.08 kg/m^3 ， $k=2$ 。

2.7 台式振动管密度标准装置

台式振动管密度标准装置的量值溯源到液体密度标准、纯水或空气密度，其测量范围可达 $(0 \sim 3\,000) \text{ kg/m}^3$ ，纳入本量值传递系统测量范围为 $(650 \sim 3\,000) \text{ kg/m}^3$ ，扩展不确定度为 $1 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3$ ， $k=2$ 。

3 工作计量器具

密度工作计量器具按测量原理可分为两类。第一类是以阿基米德定律为基础的玻璃

浮计, 包含密度计, 精密密度计, 石油密度计, 精密石油密度计, 酒精计, 精密酒精计, 糖量计, 精密糖量计, 乳汁计, 海水密度计, 波美计, 土壤密度计, 蓄电池密度计, 称量式数显液体密度计, 胶量计, 重液密度计和精密水密度计等。第二类是基于振动管原理的在线振动管密度计和台式振动管密度计等。

3.1 密度计、精密密度计

密度计的测量范围为 $(650 \sim 2\,000) \text{ kg/m}^3$, 有 0.5 、 1 和 2 kg/m^3 三种分度值, 最大允许误差为 ± 1 个分度, 可用一等或二等标准密度计组进行量值传递。精密密度计的测量范围为 $(650 \sim 2\,000) \text{ kg/m}^3$, 其中 $(650 \sim 1\,500) \text{ kg/m}^3$ 的分度值为 0.2 kg/m^3 , $(1\,500 \sim 2\,000) \text{ kg/m}^3$ 密度段的分度值为 0.5 kg/m^3 , 精密密度计的最大允许误差为 ± 1 个分度, 用一等标准密度计组进行量值传递。

3.2 石油密度计、精密石油密度计

石油密度计的测量范围为 $(600 \sim 1\,100) \text{ kg/m}^3$, 分度值有 0.5 kg/m^3 、 1 kg/m^3 两种, 分度值为 0.5 kg/m^3 的石油密度计的最大允许误差为 ± 0.6 个分度, 分度值为 1 kg/m^3 的石油密度计的最大允许误差为 ± 1 个分度, 用二等标准石油密度计组或一等标准密度计组量值传递; 精密石油密度计的测量范围为 $(600 \sim 1\,100) \text{ kg/m}^3$, 分度值 0.2 kg/m^3 , 最大允许误差为 ± 1 个分度, 用一等标准密度计组进行量值传递 [其中, $(600 \sim 650) \text{ kg/m}^3$ 密度范围的量值传递用静态称量法实现]。

3.3 酒精计、精密酒精计

酒精计的测量范围 q : $0\% \sim 100\%$, 分度值有 0.5% 和 1% 两种, 可用一等或二等标准酒精计组通过直接比较法检定; 精密酒精计的分度值为 0.1% 、 0.2% 两种, 用一等标准酒精计组检定。两种酒精计的最大允差均为 ± 1 个分度值。

3.4 糖量计

糖量计的测量范围为 p : $0\% \sim 80\%$, 糖量计的分度值有 0.1% 、 0.2% 、 0.5% 和 1% 几种, 最大允差为 ± 1 个分度值, 用一等标准糖量计直接检定或用一等、二等标准密度计组经量值换算检定。

3.5 波美计

波美计的测量范围为 $(0 \sim 70) \text{ Bh}$ (波美度), 波美计的分度值有 0.1 Bh 、 0.2 Bh 、 0.5 Bh 和 1 Bh 几种, 最大允差为 ± 1 个分度值。用一、二等标准密度计组经单位换算检定。

3.6 乳汁计

乳汁计的测量范围为 $(1\,010 \sim 1\,040) \text{ kg/m}^3$, 分度值为 0.2 kg/m^3 、 0.5 kg/m^3 和 1 kg/m^3 , 最大允差为 ± 1 个分度值。乳汁计用一、二等标准密度计组通过直接比较法检定。

3.7 土壤密度计

土壤密度计的测量范围为 $(995 \sim 1\,030) \text{ kg/m}^3$, 分度值为 0.2 kg/m^3 (相当于土壤度为 $0.5s^\circ$) 和 0.5 kg/m^3 两种, 最大允差为 ± 1 个分度值, 用一等标准密度计组检定 (在 GB 123—1998 “土工试验方法” 中乙种土壤计的密度表示为实测温度下密度除

以 20℃ 温度密度的相对密度)。

3.8 重液密度计的测量范围为 (2 000~3 000) kg/m³, 分度值有 1 kg/m³、2 kg/m³ 两种, 最大允差为 ±1 个分度值, 溯源到基准密度计组; 精密水密度计的测量范围为 (995~1 000) kg/m³, 分度值为 0.1 kg/m³, 最大允差为 ±1 个分度值, 溯源到基准密度计组; 称量式数显液体密度计的量值来源于已知密度的标准球 (通过静力称量法), 测量范围为 (650~2 000) kg/m³, 分为 0.1 级、0.2 级、0.3 级、0.5 级、1 级和用相对密度表示的 0.1% 级、0.2% 级和 0.5% 级几种, 除 0.1 级、0.2 级外用一等标准密度计检定。

3.9 在线振动管密度计

在线振动管密度计利用在线振动管密度标准装置进行量值传递, 其测量范围为 (650~1 400) kg/m³, 其扩展不确定度分为 0.2 kg/m³、0.5 kg/m³、1 kg/m³、2 kg/m³, $k=2$ 。

3.10 精密、工作振动管密度计

精密振动管密度计是利用台式振动管密度标准装置进行检定, 其测量范围为 (650~3 000) kg/m³, 其扩展不确定度为 $(1\sim2) \times 10^{-1}$ kg/m³, $k=2$; 工作振动管密度计可利用台式振动管密度标准装置和一等密度标准器组进行检定。其测量范围为 (650~2 000) kg/m³, 其扩展不确定度为 $(2\sim20) \times 10^{-1}$ kg/m³, $k=2$ 。

3.11 其他工作玻璃浮计包括胶化、尿液、焊液、植物油等行业专用密度计。测量范围: (650~1 500) kg/m³, 分度值一般较大, 最大允差为 ±1 个分度。

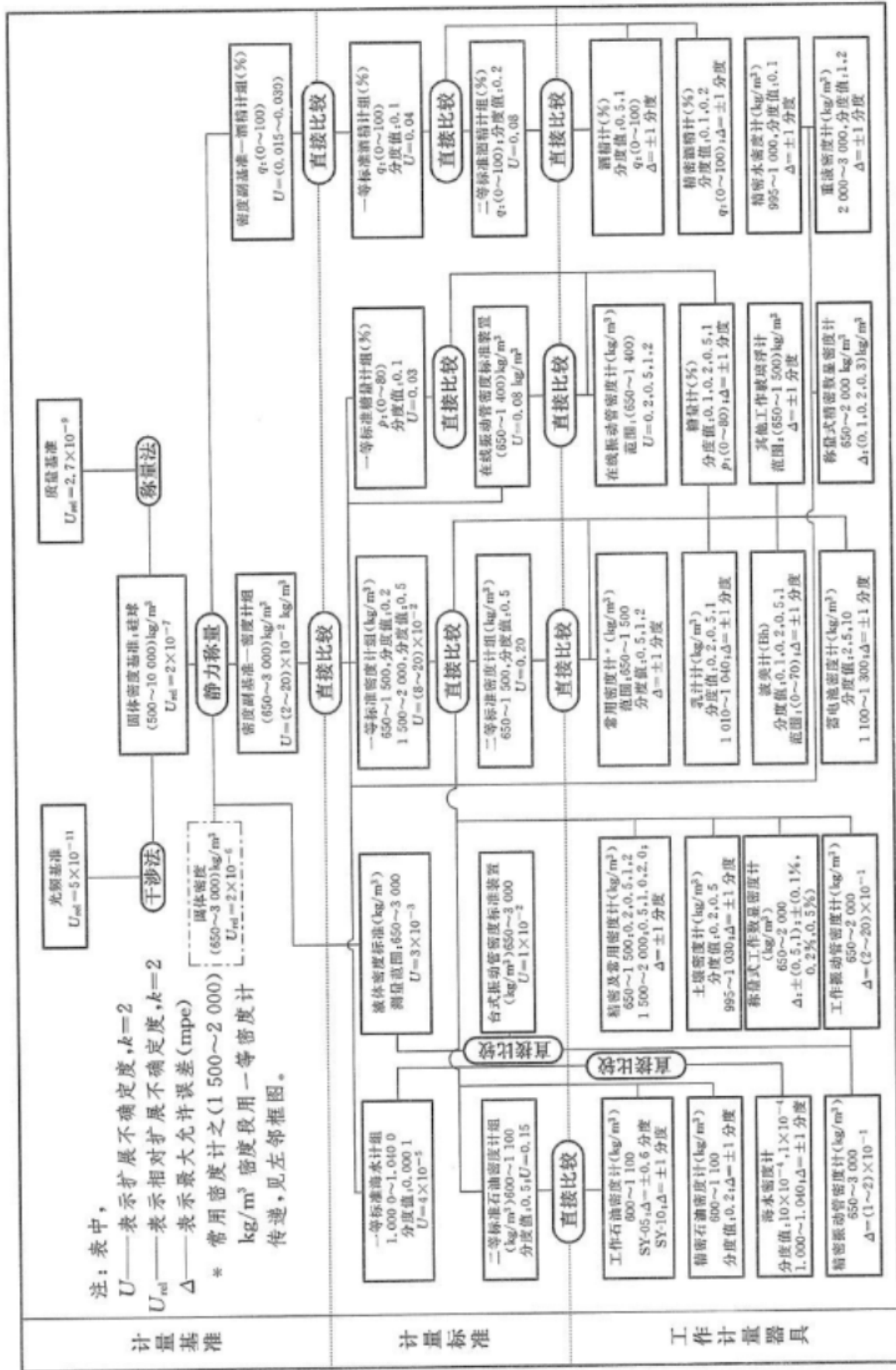
3.12 本系统不含密度为 (600~650) kg/m³ 低密度石油密度计的检定, (600~650) kg/m³ 低密度石油密度计的测量方法可按我国石油化工部门的相关文件执行; 焊液密度计, 植物油密度计, API 计 (按美国石油协会标准定度的比重计), 胶量计, 尿液密度计等因使用量少被作为其他密度计未作为单独条款列入本系统, 其量值传递方法可视其准确度参照本系统表执行; 在线振动管密度计所包含的“压力密度瓶法”和“标准液体密度计法”可按规程的要求进行量值传递; 此外, 密度瓶、核子密度计、钻井液密度计等因其使用质量称量和体积测量方法且多数准确度较低, 可按相关规程或操作规范进行检定或测量。

4 玻璃浮计的扩展不确定度

玻璃浮计的扩展不确定度是以分度值的大小来确定的, 由于制造工艺和使用要求的限制, 相邻两个等级之间的扩展不确定度比值不可能太大。本系统中其比值一般在 2~3 之间, 标准装置的不确定度与被评定仪器的最大允差一般满足以下关系: $U_{95} \leq mpev/2$ 。

5 密度计量器具检定系统框图 (见下表)

密度计量器具检定系统框图



中华人民共和国
国家计量检定系统表

密度计量器具

JJG 2094—2010

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张 0.75 字数 7千字

2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

印数 1—1 000

统一书号 155026—2528

www.bzxz.net

免费标准下载网