

《数字密度计测试液体密度、相对密度和 API 比重的试验方法》国家标准
编制说明

《数字密度计测试液体密度、相对密度和 API 比重的
试验方法》编制组

二〇一〇年七月

《数字密度计测试液体密度、相对密度和 API 比重的 试验方法》国家标准编制说明

一、任务来源和起草单位

根据检标委秘函[2009]3号文件《关于落实2009年第一批国家标准制修订项目计划的通知》，深圳市计量质量检测研究院和和中检华纳(北京)质量技术中心有限公司承担了《数字密度计测试液体密度、相对密度和 API 比重的试验方法》国家标准的制订任务。

《数字密度计测试液体密度、相对密度和 API 比重的试验方法》国家标准由深圳市计量质量检测研究院和和中检华纳(北京)质量技术中心有限公司负责起草。

二、编制目的和意义

(一) 密度测试的意义

密度是物质重要的物理性质，与其它物理性质结合可以表征石油和石油产品的轻质和重质馏分。不同类型的石油及石油产品通常具有不同的密度范围，密度可以用于鉴别石油产品。

测定石油及石油产品的密度、相对密度和 API 比重，对于将测定温度下的体积转化为特定温度（如 20℃或 15℃）下的体积非常必要。

(二) 液体密度测定方法及应用

密度作为物质的一个基本物理性质，是科学研究和工业控制的重要参数。比重瓶和液体比重计曾经是最常用的密度测量工具；但是随着对测量要求的不断提高，快速测量和精确测量成为分析人员面临的不可逾越的难题。

根据测量原理，有关密度的测量方法可分成两大类（见表 1）：一是源于密度基本公式的直接测量法（如密度计法、密度瓶法、天平法）；二是利用密度量与某些物理量关系的间接测量法（如谐振法、射线法、超声法）。

随着测量技术数字化、自动化，对密度的在线测量要求越来越迫切，由于间接测量法具有快速、直接、便于计算机实时监控的优点，在工业生产和快速检测中更多使用间接测量法。

表 1 密度测量方法比较

方法类别	方法名称	优点	缺点
直接法	密度计法	简便直观	样品量大, 恒温时间长, 受温度影响大
	密度瓶法	是经典方法, 严格依据定义	操作繁琐, 所需时间长, 方法精密度较差
	韦氏天平法	直观	样品量较大, 恒温时间较长, 操作繁琐, 受温度影响大
间接法	谐振法	样品量少, 测量精密度高, 快速	不适用多相液体, 气泡对测量有影响
	射线法	可实现非接触测量, 可测量多相液体	需要放射性射线源, 稳定时间较长, 分辨率不高
	超声法	可实现非接触测量, 响应快、精度高、无放射、稳定性好	液体中的杂质使测量不稳定, 精密测量时需考虑粘性介质的影响

其中, 射线法由于对人体有潜在的危害作用, 现在已经基本不用; 虽然目前并未见超声法在液体密度测定方面的相关标准, 但由于其可以实现非接触高精度密度动态测量, 而具有较广阔的应用前景; 振动管式密度计以其精度高, 能实现动态测量, 技术相对成熟而得到较多的应用。

(三) U 型振动管测定液体密度的原理简介

U 型振动管法属于上述表 1 中的谐振法, 源于上世纪六十年代, 由奥地利 Hans Stabinger 博士和 Hans Leopold 教授发明。1967 年奥地利安东帕公司在 Achema 国际化工展览会上展出了世界上第一台数字式密度测量仪, 该仪器就是基于 U 型振荡管测量密度的方法。原理描述为: 将样品放入装有计数器的 U 型管内, 然后 U 型管受到电子激发开始振荡, 像管弦乐队指挥的音叉一样, 振荡也会产生音律。在一个时轴上记录振荡频率, 在一段时间和某一振幅内可以得到信号波。每次的频率会随着样品变化而不同, 这一切都取决于样品的密度。从频率的差异中, 可以精确地测定密度值。一旦仪器用水、空气进行校正, 样品密度就可以被测量, 包括相关参数, 比如: 浓度值可能由密度计算得出。基于此, U 型振荡管法被誉为密度测试的巨大变革。

拟定标准涉及的密度测量方法为 U 型振动管法, 属于间接测量法中谐振法的范畴。拟定方法概要: 将试样导入于一端固定之 U 型振动管(试样槽), 给予初期振动, 试样槽即以与试样质量成比例之固有振动周期振动。若使试样槽振动部分之体积为一定, 则固

有振动周期与试样密度成比例。以水及干燥空气为密度标准物质，而由其各个固有振动周期与密度将振动式密度计之试样槽常数求出，以求试样之密度及比重。

U型振动管的设计原理正是基于此，计算公式如下：

$$\rho = A \times P^2 - B$$

ρ — 液体密度；

P — 振荡周期；

A, B—U型管常数，与U型管的质量和体积有关系。

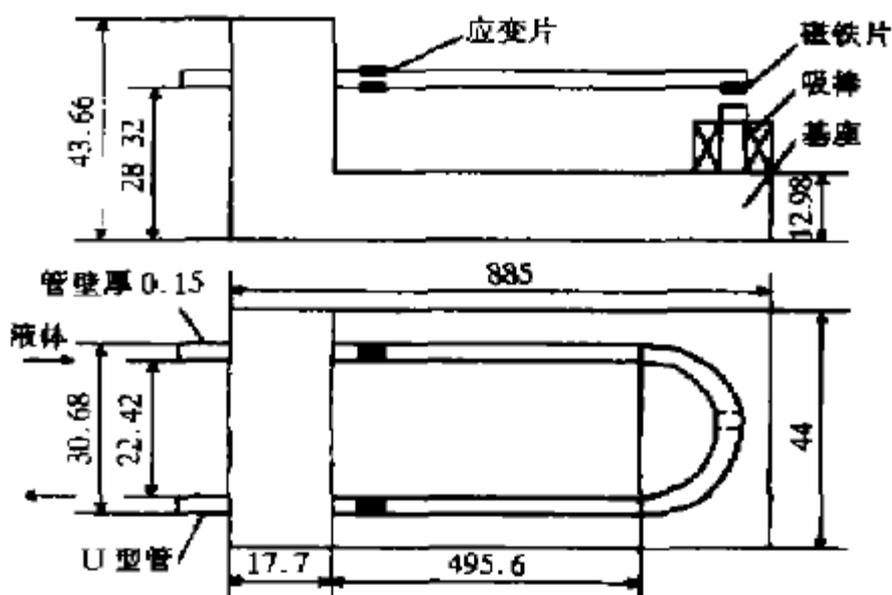


图1 U型振动管密度计结构示意图

如图1所示，将液体样品填充入安装有电子激发器和频率计数器的U型管内，U型管受到电子激发开始振动，记录此时的振荡周期。振荡周期随着填充样品不同而不同，取决于样品的密度。仪器用已知密度的水、空气进行校准，测试示意图见图2，将测定得到的振荡周期代入以上公式就可计算U型管常数，再测定样品的振荡周期从而计算得到样品的密度，同时还可以测定其他相关参数。

与传统的密度瓶和比重计法相比，U型振动管法具有以下优势：

- 1) 高精度，受人为因素影响较小；
- 2) 进样量少，每次只需要0.7~1ml；
- 3) 测量速度快，每次只需要1~5分钟，适合实验室测量和生产的在线测量；
- 4) 便于恒温控制。

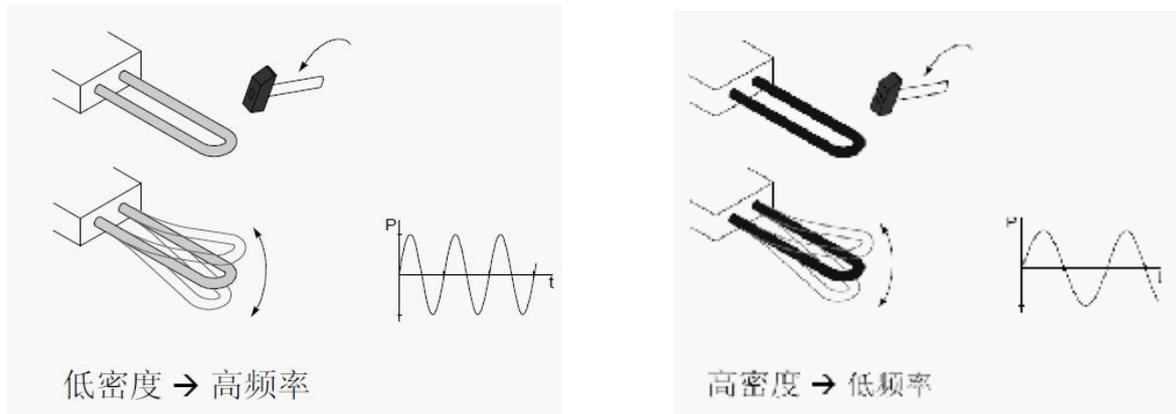


图2 充满空气（左）和水（右）的U型振荡管

（四）编制本标准的目的

U型振动管数字式密度计在石油化工行业和食品行业应用已经相当广泛，国际和国外已形成了相应的方法标准体系，而目前国内但尚无相关权威的国家标准，导致许多用户使用时无国家标准可依。编制本标准将填补数字式密度计测定液体密度国家标准的空白，为石油化工生产行业、检测行业和广大用户企业提供一种快捷简便、准确高效的液体密度测定国家方法标准。

三、主要起草过程

本标准的编制经历了以下阶段：

（一）资料收集阶段（2010年1月前）

搜集液体密度测定的方法，相关的国际国外标准；搜集U型振动管式密度计的主要技术内容和国内外的相关标准；搜集国内液体密度测定的方法及相关的方法标准，了解国家标准的情况，编制形成了标准草案稿初稿，在此期间，因为得知ASTM D4052即将发布实施新标准，编制组推迟了草案稿研讨会的召开，等待ASTM D4052:2009新标准的发布实施，以作相应的更新。

（二）资料分析总结比较形成草案稿（2010年1月~2月）

获得ASTM D4052:2009版本，对标准进行研究对比并进行翻译。编制组参照ASTM D4052:2009并结合我国的情况进行标准的编制工作。由于，立项时未包含API比重的相关内容，尽管ASTM D4052:2009增加了该部分内容，但编制组的草案稿未将此部分内容纳入。

（三） 召开研讨会对草案稿进行讨论（2010年3月）

召开研讨会对草案稿进行讨论，形成专家意见，主要建议是依据 ASTM D4052:2009 在我国的标准中也增加相应的内容，和翻译应注意准确通顺，同时建议进行重复性和再现性的验证试验。课题组根据专家意见，调整下一步的工作内容，重点按照试验方案用代表性的样品进行测试。

（四） 方法的精密度验证试验，试验样品收集、发放、数据收集及统计处理阶段（2010年4月~7月）

征集协同实验室 9 个，参加实验室间精密度试验。发放样品后收集反馈测试数据进行统计分析。

（五） 形成国家标准的征求意见稿（2010年7月）

编制组按照专家意见进行修改，并根据会议达成的意见补充了 API 比重方面的内容，结合重复性和再现性试验结果统计情况，修改形成征求意见稿。

四、 标准制定的原则和依据

（一） 编制原则

积极采用国际国外先进标准，在充分考虑我国生产和使用实际的基础上，既要突出体现标准的“科学性”、“前瞻性”和“适用性”，也要考虑到相关应用问题及企业检测的可行性。

（二） 技术依据

1、本标准按 GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第 1 部分 标准的结构和编写》和 GB/T 20000.2-2009 《标准化工作指南 第 2 部分：采用国际标准》的相关规定，进行标准编写。

2、本次标准制定主要修改采用 ASTM D4052:2009 Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter。

3、本标准的重复性和再现性按 GB/T 6379.1-2004 《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度）第 1 部分：总则与定义》和 GB/T 6379.2-2004 《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度）第 2 部分：确定标准测量方法的重复性和再现性的基本方法》进行确定。

五、精密度试验和验证试验

(一) 精密度试验

1、测试样品

拟定试验样品为：汽油、柴油、润滑油和冷却液 4 个水平，密度值覆盖 0.7~1.0 g/cm³，每个水平 1 个样品，每个样品分别平行测定 4 次，记录密度测定结果，报告数据至小数点后第 5 位，单位为 g/cm³。

2、测试结果

2010 年 4 月底，编制组征集协同实验室 9 个，参加实验室间精密度试验并完成了实验室样品的发放工作，这些实验室包括深圳市出入境检验检疫局油品部、我院的两个实验室、BP 深圳公司润滑油品质部、深圳市海润德润滑油有限公司、中海油惠州炼厂、奥地利安东帕（中国）公司、日本京都电子公司 (KEM) 和美国鲁道夫公司，涉及的测试仪器有进口和国产两大类；编制组于 2010 年 6 月上旬完成了试验结果的回收工作，通过对数据进行分析，形成了精密度的数据，具体数据如下：

表 3 密度原始数据

单位：g/cm³，20℃

实验室 i	水	空气	水平 j			
			1 (汽油)	2 (柴油)	3 (润滑油)	4 (冷却液)
1	0.99816	0.00110	0.72610	0.82804	0.86408	1.05658
			0.72620	0.82805	0.86408	1.05659
			0.72610	0.82804	0.86409	1.05660
			0.72608	0.82803	0.86410	1.05667
2	0.99817	0.00111	0.72564	0.82806	0.86408	1.05665
			0.72561	0.82802	0.86409	1.05662
			0.72569	0.82806	0.86410	1.05661
			0.72571	0.82801	0.86410	1.05661
3	0.99820	0.00118	0.72561	0.82831	0.86421	1.05850
			0.72554	0.82830	0.86420	1.05851
			0.72560	0.82832	0.86420	1.05852
			0.72560	0.82830	0.86422	1.05850
4	0.99821	0.00115	0.72603	0.82804	0.86417	1.05660
			0.72606	0.82805	0.86418	1.05662
			0.72606	0.82805	0.86420	1.05662
			0.72607	0.82804	0.86419	1.05662

实验室 i	水	空气	水平 j			
			1 (汽油)	2 (柴油)	3 (润滑油)	4 (冷却液)
1	0.99816	0.00110	0.72610	0.82804	0.86408	1.05658
			0.72620	0.82805	0.86408	1.05659
			0.72610	0.82804	0.86409	1.05660
			0.72608	0.82803	0.86410	1.05667
2	0.99817	0.00111	0.72564	0.82806	0.86408	1.05665
			0.72561	0.82802	0.86409	1.05662
			0.72569	0.82806	0.86410	1.05661
			0.72571	0.82801	0.86410	1.05661
3	0.99820	0.00118	0.72561	0.82831	0.86421	1.05850
			0.72554	0.82830	0.86420	1.05851
			0.72560	0.82832	0.86420	1.05852
			0.72560	0.82830	0.86422	1.05850
			0.72603	0.82804	0.86417	1.05660
			0.72606	0.82805	0.86418	1.05662
			0.72606	0.82805	0.86420	1.05662
5	0.99820	0.00111	0.72606	0.82851	0.86481	1.03830
			0.72610	0.82850	0.86480	1.05120
			0.72607	0.82852	0.86482	1.0520
			0.72606	0.82850	0.86480	1.05210
6	0.99821	0.00110	0.72603	0.82798	0.86460	1.05651
			0.72604	0.82796	0.86462	1.05655
			0.72606	0.82801	0.86462	1.05643
			0.72608	0.82796	0.86461	1.05651
7	0.99821	0.00122	0.72562	0.82805	0.86411	1.05662
			0.72562	0.82807	0.86410	1.05663
			0.72573	0.82806	0.86412	1.05662
			0.72573	0.82805	0.86410	1.05665
8 *	0.9978*	未提供*	0.72780	0.82960	0.86510	1.05700
			0.72810	0.82980	0.86530	1.05710
			0.72800	0.82960	0.86530	1.05700
			0.72790	0.82960	0.86540	1.05694
9	0.99820	0.00120	0.72590	0.82828	0.86416	1.05536
			0.72590	0.82825	0.86412	1.05538
			0.72591	0.82826	0.86413	1.05538
			0.72589	0.82825	0.86416	1.05537

表3中由于实验室8未进行仪器调试,显示20℃水的密度值与标准值之间存在差异,

按照标准草案稿的要求，应进行相应的调试及校准后，再对样品进行检测，但该实验室未进行此步骤，其所得结果均不参与本次评定，剔除该实验室所有水平的数据。

注：由上可见有一个实验室未对仪器进行调试导致得出错误的水密度值结果。因此，体现了标准中“进行仪器调试更重要”的思路，调试是基础，是保证仪器测试数据可靠的前提。

表 4 密度的单元平均值

单位：g/cm³，20℃

实验室 i	水平 j							
	1		2		3		4	
	\bar{y}_{ij}	n_{ij}	\bar{y}_{ij}	n_{ij}	\bar{y}_{ij}	n_{ij}	\bar{y}_{ij}	n_{ij}
1	0.726120	4	0.828040	4	0.864088	4	1.056610	4
2	0.725662	4	0.828038	4	0.864092	4	1.056622	4
3	0.725588	4	0.828308	4	0.864208	4	1.058508	4
4	0.726055	4	0.828045	4	0.864185	4	1.056612	4
5	0.726072	4	0.828508	4	0.864808	4	1.048400	4
6	0.726052	4	0.827978	4	0.864612	4	1.056500	4
7	0.725675	4	0.828058	4	0.864108	4	1.056630	4
8	0.727950	4	0.829650	4	0.865275	4	1.057010	4
9	0.725900	4	0.828260	4	0.864142	4	1.055372	4

表 5 密度的标准差

实验室 i	水平 j							
	1		2		3		4	
	s_{ij}	n_{ij}	s_{ij}	n_{ij}	s_{ij}	n_{ij}	s_{ij}	n_{ij}
1	5.41603E-05	4	8.16497E-06	4	9.57427E-06	4	4.08248E-05	4
2	4.57347E-05	4	2.62996E-05	4	9.57427E-06	4	1.89297E-05	4
3	3.20156E-05	4	9.57427E-06	4	9.57427E-06	4	9.57427E-06	4
4	1.73205E-05	4	5.7735E-06	4	1.29099E-05	4	9.57427E-06	4
5	1.89297E-05	4	9.57427E-06	4	9.57427E-06	4	0.00675	4
6	2.21736E-05	4	2.36291E-05	4	9.57427E-06	4	5.03322E-05	4
7	6.35085E-05	4	9.57427E-06	4	9.57427E-06	4	1.41421E-05	4
8	0.000129099	4	1E-04	4	0.000125831	4	6.63325E-05	4
9	8.16497E-06	4	1.41421E-05	4	2.06155E-05	4	9.57427E-06	4

3、一致性和离群值的检验

剔除实验室 8 的数据后，根据 GB/T 6379.2-2004 标准进行柯克仑检验，n=4,p=8，柯克仑检验 5%临界值为 0.438，1%临界值为 0.521。

对水平 1，实验室 7 的 s 最大： $\sum s^2 = 1.13000E-08$ ；检验统计量值=0.357

对水平 2，实验室 2 的 s 最大： $\sum s^2 = 1.82500E-09$ ；检验统计量值=0.379

对水平 3，实验室 9 的 s 最大： $\sum s^2 = 1.14167E-09$ ；检验统计量值=0.372

对水平 4，实验室 5 的 s 最大： $\sum s^2 = 4.55050E-05$ ；检验统计量值=1.000

这表明，实验室 5 第 4 水平的数据为离群值，剔除掉该实验室该水平的数据，对水平 4 继续作柯克伦检验， $n=4, p=7$ ，柯克伦检验 5%临界值为 0.480，1%临界值为 0.568。

对水平 4，实验室 6 的 s 最大： $\sum s^2 = 5.03333E-09$ ；检验统计量值= 0.503。

表明水平 4 的一个单元可以看作是歧离值，没有离群值，该歧离值仍然参与后续计算。

将格拉布斯检验应用于剩下的单元平均值，表 6 给出了格拉布斯检验的统计量和检验临界值。单个高值和两个高值的检验表明，水平 3 中，实验室 5 和 6 为离群值，将其剔除后，对水平 3 再进行两个高值的检验，其检验统计量为 0.1468， $p=6$ 时，格拉布斯检验的 5%临界值为 0.0349，1%临界值为 0.0116，此时，不存在歧离值或离群值。

表 6 对单元平均值的格拉布斯

水平	单个低值	单个高值	两个低值	两个高值	检验类型
1	1.397	1.057	0.4203	0.6543	格拉布斯检验统计量
2	0.956	1.914	0.7525	0.1986	
3	0.181	2.450	0.8156	0.0241	
4	1.434	1.968	0.6001	0.2499	
歧离值	2.126	2.126	0.1101	0.0708	格拉布斯检验临界值
	2.274	2.274	0.0563	0.0308	

4、精密度的计算

对保留的数据，根据 GB/T 6379.2-2004 标准对方法的重复性标准差和再现性标准差进行计算。以水平 1 汽油为例，计算如下：

实验室数 $P=8$

$$T_1 = \sum ny_i = 23.22850 \quad T_2 = \sum n(y_i)^2 = 16.86135$$

$$T_3 = \sum n_i = 32 \quad T_4 = \sum n_i^2 = 128$$

$$T_5 = \sum (n_i - 1)s_i^2 = 3.39 \times 10^{-8}$$

$$s_r^2 = \frac{T_5}{T_3 - p} = \frac{3.39 \times 10^{-8}}{32 - 8} = 1.4125 \times 10^{-9}$$

$$s_L^2 = \left[\frac{T_2 T_3 - T_1^2}{T_3 (P - 1)} - s_r^2 \right] \left[\frac{T_3 (p - 1)}{T_3^2 - T_4} \right] = 4.67071 \times 10^{-8}$$

$$s_R^2 = s_L^2 + s_r^2 = 4.81196 \times 10^{-8}$$

$$X = \frac{T_1}{T_3} = 0.72589$$

$$s_r = 3.75832 \times 10^{-5}$$

$$s_R = 0.00022$$

类似的对其他水平进行计算，结果列于表 7 中：

表 7 密度测定的 X 、 s_r 和 s_R

单位：g/cm³，20℃

水平 j	保留实验室 P	结果平均值 X	重复性标准差 s_r	再现性标准差 s_R
1#	8	0.72589	3.75832×10^{-5}	0.00022
2#	8	0.82815	1.51038×10^{-5}	0.00019
3#	6	0.86414	1.26381×10^{-5}	5.1389×10^{-5}
4#	7	1.05670	2.68151×10^{-5}	0.00092

从表 7 可以看出，X 在范围 0.72589~1.05670 间，重复性标准差 s_r 值与结果平均值 X 存在以下函数关系： $s_r = 0.0008X^2 - 0.0014X + 0.0007$ ；再现性标准差 s_R 值似乎与平均值 X 存在以下函数关系： $s_R = 0.1829X^3 - 0.4667X^2 + 0.3932X - 0.1092$ 。计算得出的重复性和再现性结果明显比 ASTM D4052:2009 的要求要严格；鉴于参与协同实验的实验室数不多，参与的仪器种类有限，且在进行一致性检验时，剔除了一个离群实验室的所有数据和另外两个实验室的 3 个单元离群值，因此建议放宽重复性和再现性要求，拟修改采用 ASTM D4052:2009 的精密度数据。

(二) 验证试验

拟定方法标准与传统玻璃密度计方法标准的测定结果比较见表 5、表 6。

表 5 玻璃密度计法与数字式密度计法测定结果对比汇总表（汽油）

样品	依据 GB/T 1884 的测试结果 X_1 (kg/m ³) (20℃)	依据拟定标准的测试结果 X_2 (kg/m ³) (20℃)	差值 (kg/m ³) $X_1 - X_2$
汽油 1#	745.3	745.2	0.1
汽油 2#	754.8	755.1	0.3

样品	依据 GB/T 1884 的测试结果 X_1 (kg/m^3) (20°C)	依据拟定标准的测试结果 X_2 (kg/m^3) (20°C)	差值 (kg/m^3) $ X_1 - X_2 $
汽油 3#	752.3	752	0.3
汽油 4#	749.8	749.6	0.2
汽油 5#	762.8	762.6	0.2
汽油 6#	762.3	762.2	0.1
汽油 7#	739.8	739.6	0.2
汽油 8#	748.8	748.9	0.1
汽油 9#	758.3	758.1	0.2
汽油 10#	743.8	744.1	0.3
汽油 11#	738.8	740	0.2
汽油 12#	757.8	757.4	0.4
汽油 13#	760.3	760	0.3
汽油 14#	740.8	740.6	0.2
汽油 15#	743.3	743.4	0.1
汽油 16#	751.8	752.2	0.4
汽油 17#	755.3	755.5	0.2
汽油 18#	751.8	751.7	0.1
汽油 19#	751.3	751.4	0.1
汽油 20#	747.8	747.5	0.3

表 6 玻璃密度计法与数字式密度计法测定结果对比汇总表 (柴油)

样品	依据 GB/T 1884 的测试结果 X_1 (kg/m^3) (20°C)	依据拟定标准的测试结果 X_2 (kg/m^3) (20°C)	差值 (kg/m^3) $ X_1 - X_2 $
柴油 1#	831.4	831.2	0.2
柴油 2#	826.9	827.2	0.3
柴油 3#	835.4	835.1	0.3
柴油 4#	841	840.6	0.4
柴油 5#	845.5	845.3	0.2
柴油 6#	846	846.4	0.4
柴油 7#	836.4	836.3	0.1
柴油 8#	826.9	826.8	0.1
柴油 9#	828.9	828.6	0.3

样品	依据 GB/T 1884 的测试结果 X_1 (kg/m ³) (20℃)	依据拟定标准的测试结果 X_2 (kg/m ³) (20℃)	差值 (kg/m ³) $ X_1 - X_2 $
柴油 10#	825.4	825	0.4
柴油 11#	838.4	838.3	0.1
柴油 12#	833.9	833.6	0.3
柴油 13#	840	840.4	0.4
柴油 14#	837.4	837.2	0.2
柴油 15#	842	842.3	0.3
柴油 16#	845.5	845.3	0.2
柴油 17#	846	846.4	0.4
柴油 18#	842	841.7	0.3
柴油 19#	835.4	835.1	0.3
柴油 20#	837.9	838.1	0.2

根据 GB/T 1884-2000，透明、低粘度的石油产品在 -2~24.5℃ 温度范围内密度测试结果的重复性应小于等于 0.5 kg/m³，再现性应小于等于 1.2 kg/m³。以上对汽油和柴油各 20 个样品的密度测试结果表明，GB/T 1884 和拟定标准两种方法测试的密度差值满足上述重复性要求，可见，两方法测试结果是基本一致的。

六、关于拟定标准与 ASTM D4052: 2009 的几点说明

——在适用范围中，拟定标准未对将含氧混合物汽油等新配方汽油和汽油进行区分，而将含氧混合物汽油等新配方汽油归类至汽油中；

——API 比重的术语参照我国国家标准 GB/T 4016-1983 《石油产品名词术语》和 ASTM D 287 《Standard Test Method for API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum products (Hydrometer Method)》进行定义。由于 API 比重在石油及石油产品国际贸易中比较常用，国内企业亦反映其应用越来越频繁，因此很有必要采用 API 比重的内容，以促进国内与国际贸易接轨；

——测试步骤中取消对手动进样及自动进样分单次和两次平行测定的区别，统一为两次平行测定；

——标准制定过程中，考虑到我国密度计实际应用情况，编制组计划通过测试确

定新的密度及相对密度测试的精密度要求。但是，对协同实验室测试结果的精密度统计分析表明，编制组获得的重复性及再现性的数据优于 ASTM D4052 的要求。其可能原因在于：一是精密度实验样品发放困难，汽油不便长时间运输及储存；二是目前国产 U 型振荡管数字密度计生产企业较少，参加精密度测试的大部分密度计均为进口的，性能较为优越；三是协同实验室整体水平较高。因此，为确保标准的适用性，编制组经研究后，拟直接采用 ASTM D4052: 2009 的精密度数据（但不包括单次测试数据）。

七、重大意见及分歧处理和结果

（一）增加 API 比重内容及重新进行精密度试验

2008 年我院提交标准制定计划时，当时的 ASTM D 4052 是 2002 年修订的版本，名称为“数字密度计测定密度和液体相对密度的试验方法”。因此，全国质量监管重点产品检验方法标准化技术委员会给下达标准编制任务时，要求按 ASTM D 4052 制定“数字密度计测定密度和液体相对密度的试验方法”国家标准。但是，2009 年美国材料试验协会（ASTM）对 ASTM D 4052 进行了修订并发布最新版本，增加了 API 比重测试有关内容，标准名称也更改为《数字密度计测定液体密度、相对密度和 API 比重的试验方法》。

2010 年 3 月 26 日在编制组召开的《数字密度计测定液体密度和相对密度的试验方法国家标准（草案稿）》研讨会上，有专家提出既然 ASTM D4052 已有最新版本，为保持国家标准的先进性，应加入 API 比重的内容；为研究我国的实际应用情况，应重新进行精密度试验考察。编制组经过讨论，接纳以上意见，进行了相应的修改及试验工作。

八、采标程度及国内外同类标准水平的对比情况

本标准修改采用 ASTM D4052:2009。

九、致谢

奥地利安东帕公司作为世界上第一台数字密度测量仪的生产者，为本标准的制定提供了仪器构造和原理方面的技术支持，尤其是该公司南方区销售经理张龙和技术经理唐魏先生，全程参与本标准的编制过程，并及时通知编制组 ASTM D4052 的变更信息及最

新版本的提供，参与标准精密度的验证工作，使本标准的制定得以顺利进行，在此表示感谢。

本标准在编制过程中得到了全国质量监管重点产品检验方法标准化技术委员会、相关科研质检单位、和各方企业的大力支持，市质检院领导、部门同事的同心协力也是本国家标准得以顺利完成的基本保障，在此一并致谢。
