

附件 5

《水质 浊度的测定 浊度计法
(征求意见稿)》
编制说明

《水质 浊度的测定 浊度计法》

标准编制组

二〇一八年十一月

项目名称：水质 浊度的测定 浊度计法

项目统一编号：981

承担单位：上海市浦东新区环境监测站

编制组主要成员：夏 琴、庄韶华、孙睿华、杨奕苧、蔡洵斐、沈丽萍、徐建平

标准所技术管理负责人：张 虞、雷 晶、周羽化

生态环境监测司项目负责人：李 江、张宗祥、曹 勤

目 录

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	标准制修订的必要性分析.....	2
2.1	浊度的特性以及检测技术的发展.....	2
2.2	相关环保标准和环保工作的需要.....	3
3	国内外相关分析方法研究.....	4
3.1	主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究.....	4
3.2	国内相关分析方法研究.....	5
3.3	国内外相关分析方法与本方法标准的关系.....	5
4	标准制订的基本原则和技术路线.....	7
4.1	标准制订的基本原则.....	7
4.2	标准制订的技术路线.....	7
5	方法研究报告.....	9
5.1	方法研究的目标.....	9
5.2	方法原理.....	10
5.3	试剂和材料.....	10
5.4	仪器和设备.....	11
5.5	样品.....	12
5.6	分析步骤.....	13
5.7	结果计算.....	15
5.8	方法检出限.....	15
5.9	精密度和准确度.....	16
5.10	质量保证和质量控制.....	17
6	方法验证.....	17
6.1	方法验证方案.....	17
6.2	方法验证过程.....	19
7	标准实施建议.....	19
8	参考文献.....	19
附	方法验证报告.....	21

《水质 浊度的测定 浊度计法》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

为进一步完善国家环境保护标准体系，给环境保护执法和监督管理提供依据，原环境保护部发布了《关于开展2009年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》（环办函〔2009〕221号），下达了《水质 浊度的测定 浊度计法》标准制订项目计划，该标准由上海市浦东新区环境监测站独立承担制定工作，项目统一编号为：981。

1.2 工作过程

1.2.1 成立标准编制小组

2009年7月，浦东新区环境监测站接到任务以后，成立了标准编制小组。

1.2.2 查询国内外相关标准、文献资料，进行实验室内方法研究

2009年7~12月，根据国家环保标准制修订工作管理办法的相关规定，检索、查询和收集国内外相关标准和文献资料，了解国内目前的相应监测方法。2010年5月完成开题报告。

2010年5月~2013年6月，课题组参考美国EPA和ISO标准方法进行研究，优化实验条件，确定实验方案。

1.2.3 组织专家论证，确定标准制定的技术路线和制定原则

2013年7月30日，原环境保护部科技标准司在北京召开了本项目开题论证会。专家委员会听取了标准编制组的汇报，经过质询、讨论，形成以下论证意见：

- 一、标准主编单位提供的材料齐全，内容较为详实完整，格式较规范；
- 二、标准主编单位对国内外相关标准及文献进行了充分调研；
- 三、本标准主要内容及编制标准的技术路线较为合理可行。

专家委员会通过了本项目的开题论证，并提出了以下具体修改意见和建议：

- （1）在术语和定义中进一步斟酌浊度的定义和单位；
- （2）明确标准溶液的配制方法和仪器的校准方法；
- （3）方法验证时尽可能多的使用国产仪器；
- （4）根据实际情况确定检出限和精密度；

（5）按照《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168-2010）和《国家环境污染物监测方法标准制修订工作暂行要求》（环科函〔2009〕10号）的要求开展实验、验证和标准征求意见稿的编制工作。

1.2.4 补充实验，完善方法文本，进行标准方法论证试验

结合专家意见完善方法文本，2013年9~12月组织实验室进行方法验证。

1.2.5 编写标准征求意见稿和编制说明

2013年12月至2014年5月，编写《水质 浊度的测定 浊度计法》的标准征求意见稿和编制说明。

1.2.6 方法验证工作

2013年9月至12月，组织了6家有资质的实验室进行方法验证，6家实验室都具备了水质中浊度测定的分析仪器设备，统一派发了标准溶液和标准样品。于2014年1月收回了全部的验证报告，进行了数据的汇总和数据的整理分析工作，并编写完成了《水质 浊度的测定 浊度计法》方法验证报告。

1.2.7 征求意见稿技术审查

2017年10月26日，由原环境保护部环境监测司在北京主持召开了该标准意见征求稿的技术审查会，专家们对编制组提交的征求意见稿进行了技术审查，审查结果为未通过，并提出了修改意见。编制组根据审查会专家意见进行了补充实验并修改了标准征求意见稿及编制说明征求意见稿。

2018年3月20日在北京课题组召开了项目技术研讨会，与会专家们提出了修改意见。编制组根据专家意见修改了适用范围，增加了补充实验，细化了分析步骤并修改了标准征求意见稿及编制说明征求意见稿。

2018年7月12日由环境监测司在北京主持召开了该标准第二次意见征求稿的技术审查会，专家们对编制组提交的征求意见稿进行了技术审查，审查结果为通过，并提出了修改意见。

编制组根据专家意见补充了地表水及海水样品的精密度试验，修改了标准征求意见稿及编制说明征求意见稿。

2 标准制修订的必要性分析

2.1 浊度的特性以及检测技术的发展

2.1.1 浊度的特性

浊度即水的浑浊度，它是水中对光有散射作用的物质引起水的透明度降低的量度。对光有散射作用的物质包括悬浮于水中的固体颗粒物（泥沙、腐蚀质、浮游藻类等）和胶体颗粒物。浊度既能反映水中悬浮物的浓度，同时又是人的感官对水质的最直接的评价。这两个特点使浊度成为一个很重要的水质参数。

浊度对于给水和工业水处理行业来说是一个至关重要的水质指标。降低浊度的同时也降低了水中的细菌、大肠菌、病毒、隐孢子虫、铁、锰等。研究表明，当水中浊度为 2.5 NTU 时，水中有机物去除了 27.3%，浊度降至 0.5 NTU 时，有机物去除了 79.6%，浊度为 0.1 NTU 时，绝大多数有机物予以去除，致病微生物的含量也大大降低。

在饮用水中，浊度显示出水中存在大量的细菌，病原体，或是某些颗粒物，这些颗粒物可能保护有害微生物在消毒工艺中不被去除。因此，饮用水处理过程中需要监测浊度水平以

保证水质满足安全标准。控制浊度也是工业水处理的一个重要内容，是一项重要的水质指标。由于构成浊度的悬浮及胶体微粒一般是稳定的，并大都带有负电荷，所以不进行化学处理就不会沉降。在工业水处理中，主要是采用混凝、澄清和过滤的方法来降低水的浊度。在工业过程或产品中，浊度很重要，可能影响产品的最终使用，浊度可作为一种质量控制量度，用以监测工业处理或制造过程的效率。

2.1.2 浊度检测技术的发展

浊度作为水质指标于 1901 年提出，以 1 L 蒸馏水中含有 1 mg 二氧化硅作为标准浊度的单位，表示为 1 ppm，这个浊度标准液被称为二氧化硅标准。我国早期水行业用浑浊度来表述水的混浊程度，单位为度。1902 年，美国地质调查局进一步制定了浊度棒的刻度标准，上海某水厂曾用它来测定沉淀池中水的浊度，几乎在浊度棒出现的同时，杰克逊设计发明了烛光浊度仪，浊度单位为 JTU 或称为杰克逊。浊度最早是一个定性指标，随着科学技术的发展，浊度逐渐实现了定量。光电浊度仪运用了光的散射理论，当光束碰在溶液中的悬浮颗粒表面上时，将会散射和吸收通过水样的光线，这种光线的散射产生浊度。现代仪器显示的浊度是与入射光 90°角的方向上测量的散射光的强度，单位为 NTU 或 FNU，1 NTU=1 FNU=1 度。随着我国技术标准与国际标准的接轨，在水行业基本已不采用“浑浊度”，取而代之的是“浊度”的概念。

2.2 相关环保标准和环保工作的需要

(1) 《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006) 水质常规指标要求浊度限值为 1 NTU，当水源与净水技术条件限制时为 3 NTU。

(2) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 规定 I 至 III 类地下水要求浊度小于等于 3 NTU，IV 类水浊度小于等于 10 NTU。大于 10 NTU 为 V 类水。

(3) 《地下水水质标准》(DZ/T 0290-2015) 规定 I 至 III 类地下水要求浊度小于等于 3 NTU，IV 类水浊度小于等于 10 NTU。大于 10 NTU 以上为 V 类水。

(4) 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002) 规定城市杂用水水质标准冲厕、车辆冲洗≤5 NTU；道路清扫、消防、城市绿化≤10 NTU；建筑施工≤20 NTU。

(5) 美国环保署饮用水标准(2001) 规定任何时候不超过 1 NTU，WHO “准则”(1993、1998) 饮用水均值限值为 1 NTU。

(6) 新日本水质标准中舒适水质项目中浊度限值为 3 度。

(7) 《海水水质标准》(GB3097-1997) 及《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 未对浊度给出限值。

本方法标准是国家环境保护标准体系的重要组成部分，为水污染防治、水资源开发，提高水利用率、合理利用水资源、保障人体健康，维护良好的生态系统提供具有法律效力的、可靠的、准确的技术规范，满足环境保护、科研、检测工作发展的需要。

3 国内外相关分析方法研究

3.1 主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究

3.1.1 国际标准化组织测定水中浊度的方法

ISO 7027-1:2016 (E) 《水质 浊度的测定》(英文版)。ISO 7027 方法最早起源于酿造行业,在欧洲被普遍使用。从 20 世纪 80 年代开始,这种方法被水行业的法规部门所接受。使用 ISO 7027 方法时,必须符合以下要求:主要的检测器与光路成 90 度±1.5 度;光源的波长为 860 nm;光谱带宽为 860 nm±30 nm。ISO 7027 方法的优点:使用稳定的近单色光源,吸收干扰小,杂散光少。使用这种长波长的光源的主要缺点:对小颗粒的灵敏度较低。虽然减小波长可以增加灵敏度,但是这将导致在低浊度时测量噪声增加。在浊度的低量程段,使用这种方法的仪器要比使用 EPA 180.1 的仪器测量浊度值要低一些。

3.1.2 美国环保局测定水中浊度的方法

EPA 180.1 《浊度计法测定浊度》(英文版)。使用 EPA 180.1 方法时,必须符合以下要求:主要的检测器与光路成 90 度±30 度;光源必须是钨灯;检测器的光谱响应峰值在 400 nm~600 nm 之间。EPA 方法的优点是短波长的光对于小颗粒的散射更灵敏,钨灯发出的光对于小颗粒的有效散射是 860 nm 的光源的 9 倍。该方法非常适合于测定浊度低于 1.0 NTU 的清洁水样,譬如自来水厂水样,法规要求能够在非常低的浊度情况下做到准确测量。该方法的缺点是在 400 nm~600 nm 波长范围内吸收的颜色干扰非常敏感;为了获得稳定的测量,钨灯光源需要一定的预热时间,且需要每 3 个月校准一次。

表1 国外相关分析方法研究

国家、地区或组织	国际标准化组织 (ISO)	美国环保局
标准名称	水质 浊度的测定	浊度计法测定浊度
标准编号	ISO 7027:199 (E)	EPA 180.1
主要使用地区	欧洲	除欧洲外的其它地区
光源	LED光源或者钨灯结合滤光片	钨灯
光谱	860 nm±30 nm	400 nm~600 nm
检测器	90度±1.5度	90度±30度
优点	使用稳定的不可见近单色红外光源,水中可见颜色吸收光波的干扰小	使用短波长的光,对于小颗粒的散射更为灵敏,钨灯发出的光对于小颗粒的有效散射是 860 nm 的光源的9倍
缺点	对小颗粒的灵敏度较低。虽然灵敏度可以放大,但是这将导致在低浊度时测量噪声增加。在浊度的低量程段,使用这种方法的仪器要比使用EPA1 80.1方法的仪器测量的浊度值要低一些	对于在400 nm~600 nm波长范围内吸光的颜色的干扰非常敏感;为了获得稳定的测量,钨灯光源需要一定的预热时间,而且需要每三个月校准一次

3.2 国内相关分析方法研究

水中浊度的测定一般有分光光度法、目视比浊法、便携式浊度计法和浊度计法。

《水质 浊度的测定》（GB 13200-91）收录了分光光度法和目视比浊法，该国标是国家环境保护局 1991 年 8 月 31 日批准，1992 年 6 月 1 日实施的。其中分光光度法：配制浊度标准系列溶液，利用分光光度计制定标准工作曲线，水样通过分光光度计读数后换算出浊度值。目视比浊法：硅藻土配制标准曲线，水样通过与标准曲线比对得到浊度值。此两种方法存在实验步骤繁琐，精度差等缺点。

《水和废水监测分析方法》（第四版）中收录了分光光度法、目视比浊法和便携式浊度计法。其中分光光度法、目视比浊法和 GB 13200-91 方法等效。便携式浊度计法根据 ISO 7027 国际标准设计进行测量。

《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》（GB/T 5750.4-2006）收录了散射法、目视比浊法。散射法使用散射式浊度仪测定浊度。

《海洋监测规范 第四部分：海水分析》（GB 17378.4-2007）中规定浊度为 1 L 纯水中含高岭土 1mg 的浊度为 1 度，收录了浊度计法、目视比浊法和分光光度法。其浊度计法用光电式浊度计以样品透射光的强度与无浊水透射光的强度相比较而定值。

表2 国内水质浊度的测定相关方法

标准号	标准名称	适用范围	检出限
GB 13200-91	水质 浊度的测定 第一篇 分光光度法	饮用水、天然水及高浊度水	3 度
	水质 浊度的测定 第二篇 目视比浊法	饮用水、水源水等低浊度水	1 度
《水和废水监测分析方法》 (第四版)	浊度（一）分光光度法（A）	天然水、饮用水	3 度
	浊度（二）目视比浊法（A）	---	1 度
	浊度（三）便携式浊度计法（B）	---	---
GB/T 5750.4-2006	生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标2浑浊度2.1散射法	生活饮用水及其水源水	0.5 NTU
	生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标2浑浊度2.2目视比浊法	生活饮用水及其水源水	1 NTU
GB 17378.4-2007	海洋监测规范 第四部分：海水分析 30浑浊度30.1浊度计法	近海海域和大洋水	---
	海洋监测规范 第四部分：海水分析 30浑浊度30.2目视比浊法	近海海域和大洋水	---
	海洋监测规范 第四部分：海水分析 30浑浊度30.3分光光度法	近海海域和大洋水	---

3.3 国内外相关分析方法与本方法标准的关系

随着科技的日益进步，市场上各种浊度计层出不穷，浊度计法测定浊度方便快捷、精度高、重现性好。经调研，目前市场上主要的浊度计有在线、便携式和实验室用台式机。便携式和实验室台式机无论进口或国产主要为两种类型的浊度计，即符合 ISO 7027-1:2016（E）

或 EPA 180.1 标准方法，无论符合哪种标准方法的浊度计，目前市场上的浊度计多为散射光原理。两者主要的不同是采用了不同光源，EPA 180.1 采用了 400 nm~600 nm 光源，ISO 7027:1999 (E)采用了 860nm 光源。对于浊度低，颜色干扰少的如饮用水等样品可以优先选择符合 EPA 180.1 的浊度计，而对于一般天然水体以及废水样品等可选择符合 ISO 7027 的浊度计。目前国内没有统一的浊度计法测定浊度的规范。国际方法 ISO 7027-1:2016 (E) 和 EPA 180.1 对浊度计法测定浊度都有所规定。对于环境保护工作来讲，主要监测的对象为天然水体和废水，故本标准主要参考了 ISO 7027-1:2016 (E) 《水质 浊度的测定》(英文版)，其次为 EPA 180.1 《浊度计法测定浊度》(英文版)。

本标准采用浊度计法测定浊度。本标准与相关标准的关系及技术差异主要如下：

(1) 样品采集：本标准样品采集参照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002) 和《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004)。

(2) 样品保存：主要参考 ISO 7027-1:2016 (E) 中规定样品采集在玻璃或塑料瓶中，尽快测定，如需保存，于暗处冷藏不超过 24 小时；EPA 180.1 中规定样品采集在玻璃或塑料瓶中，尽快测定，如需保存于 4 °C 不超过 48 小时；《水和废水监测分析方法》第四版取样后尽快测定，如需保存，于 4 °C 冷藏、暗处保存 24 小时。《海洋监测规范 第四部分：海水分析》规定暗处保存不超过 24 小时，如加入 0.5 g/L 的氯化汞固定剂可保存 22 天。考虑到样品需尽快测定，本标准样品保存采用 ISO 7027-1:2016 (E) 和《水和废水监测分析方法》第四版中的规定于暗处冷藏不超过 24 小时。

(3) 试剂配制：本标准中浊度标准贮备液和使用液的配制主要参考 ISO 7027-1:2016 (E)，增加了可购买市售有证标准物质的说明。现市售标准溶液是依据 ISO 7027 标准方法配制，为 4000 NTU 或 400 NTU，有效期为 1 年。

(4) 仪器条件：本标准使用的浊度计是符合 ISO 7027-1:2016 (E) 或者 EPA 180.1，光源为 LED 光源、钨灯结合滤光片或者钨灯；测定光谱为 860 nm ± 30 nm 或者 400 nm~600 nm。《水和废水监测分析方法》(第四版)中收录了分光光度法、目视比浊法和便携式浊度计法。其中便携式浊度计法根据 ISO 7027 国际标准设计进行测量；《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》(GB/T 5750.4-2006) 收录了散射法、目视比浊法。散射法使用散射式浊度计测定浊度，仪器条件与本标准一致。

分光光度法测量浊度与浊度计法测定浊度结果无差异，具体见表 3。

表3 分光光度法与浊度计测试比较结果

平行号	4.0 NTU			20 NTU			40 NTU			污水样品		
	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3
1	3.69	3.93	4.13	19.7	20.0	20.5	40.3	39.4	40.6	26.7	27.4	26.7
2	4.19	3.90	4.13	19.5	19.9	20.2	40.0	38.9	40.4	27.2	27.6	26.9
3	3.94	3.90	4.02	19.7	19.6	20.2	40.3	38.2	40.5	26.5	27.4	26.6
4	3.44	3.88	4.02	19.2	19.4	19.8	40.5	37.5	39.7	26.2	27.5	26.3
5	3.69	3.90	4.03	19.5	19.7	19.9	39.8	38.4	39.6	26.5	28.0	26.8
6	3.94	3.97	3.96	20.0	19.7	19.8	40.3	38.4	39.7	26.2	27.9	27.0

平行号	4.0 NTU			20 NTU			40 NTU			污水样品		
	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3
平均值 (NTU)	3.82	3.91	4.05	19.6	19.7	20.1	40.2	38.5	40.1	26.6	27.6	26.7
标准偏差 (NTU)	0.26	0.03	0.07	0.27	0.21	0.28	0.25	0.64	0.46	0.37	0.26	0.25

注：仪 1-分光光度计；仪 2-浊度计光谱 860 nm±30 nm；仪 3-浊度计光谱 400 nm~600nm。

(5) 测量影响因素：《水和废水监测分析方法》第四版指出器皿不清洁、水中溶解的空气泡会影响测定结果，如在 680 nm 波长下测定，天然水中存在的淡黄色、淡绿色无干扰；ISO 7027-1:2016 (E) 指出大于 800 nm 的波长，颜色的干扰除蓝色的废水样品有稍微影响，其他几乎不存在干扰，气泡的干扰也可以在测量过程中通过小心倾倒样品而避免；EPA 180.1 指出水中的颜色在 400 nm~600 nm 测量光谱范围有吸收会使测量值偏低，气泡也会影响测量值。本标准测量影响因素主要参考 ISO 7027-1:2016 (E) 和 EPA 180.1。

综上所述，本标准与 ISO 7027-1:2016 (E) 和 EPA 180.1 基本一致。ISO 7027-1:2016 (E) 标准中浊度单位福尔马肼散射光浊度单位 FNU 与 NTU 一致。

4 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 标准制订的基本原则

本标准制订依据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》和《环境监测 分析方法标准制订技术导则》(HJ 168-2010) 的要求，以国内外相关标准为基础编制。

(1) 本标准分析过程及标准物质的配制、测量单位的使用主要参考 ISO 7027-1:2016 (E) 和 EPA 180.1 国际相关标准分析方法，确保方法之间衔接和一致性；

(2) 制订后的标准方法应满足相关环保标准和环保工作的要求；

(3) 方法准确可靠，满足各项方法特性指标的要求，检出限应能够满足相关环境监测工作的需要；

(4) 方法具有普遍适用性，易于推广。所用仪器设备为市售的国产或进口仪器，仪器价格低廉，大多数实验室可广泛配置，实验除实验用水基本无需其他试剂，标准样品易于获得（自配或购买商品化的有证物质）。

4.2 标准制订的技术路线

4.2.1 分析测试技术方案应用前景

使用浊度计法测定浊度，相对于分光光度法及目视比浊法，具有快捷方便，简单易行，实验精度高等优点。随着科技技术的不断发展，市场上浊度计的性能稳定。准确度、精密度能够满足浊度的测量，实验方法相对简单。进口的浊度计一般在人民币 2 万元左右一台，国产浊度计价格更为低廉。浊度计的运行成本费用较低，耗材为光源部分。进口的浊度计一般自带有校准用的标准系列溶液，该标准系列溶液通常装在密封的样品瓶内，有效期为 1~2

年。实验所需要的试剂、标准等耗材较少，一般仅需要几百元人民币。因此，浊度计法测定浊度快捷、成本低、实验精度高。《水和废水监测分析方法》（第四版）中 B 类方法便携式浊度计法、《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》（GB/T 5750.4-2006）中散射法测定浑浊度使用的散射光浊度计测定，这些方法都为浊度计法测定浊度创造了初步条件。今后国内采用本分析测试技术方案是可行的。

4.2.2 标准制订的技术路线

（1）资料调研：收集国内外水质浊度的测定的有关资料及最新研究报道、国内外水质浊度的测定的标准及标准应用情况。

（2）确定标准制定的内容：比较400 nm~600 nm和860 nm±30 nm浊度计测定的不同。确定统一浊度单位NTU；质量控制/质量保证的方法及分析程序；检出限的测定以及测量范围。

（3）标准编制过程：侧重两种不同光源浊度计优缺点的比较，侧重采样、分析过程中的质量保证和质量控制。

（4）方法验证工作：方法确定后，根据《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168-2010）的要求，进行实验室间的比对及验证试验。经过实验室不同浊度计的实验室验证，使制订后的标准既具有可操作性、通用性，同时也符合当前分析技术的发展趋势。

（5）编写《水质 浊度的测定 浊度计法》的征求意见稿及编制说明，全国范围内征求意见。

（6）汇总征求的意见，对有关技术性问题进行更深入的实验确认，在此基础上编写送审稿及编制说明。

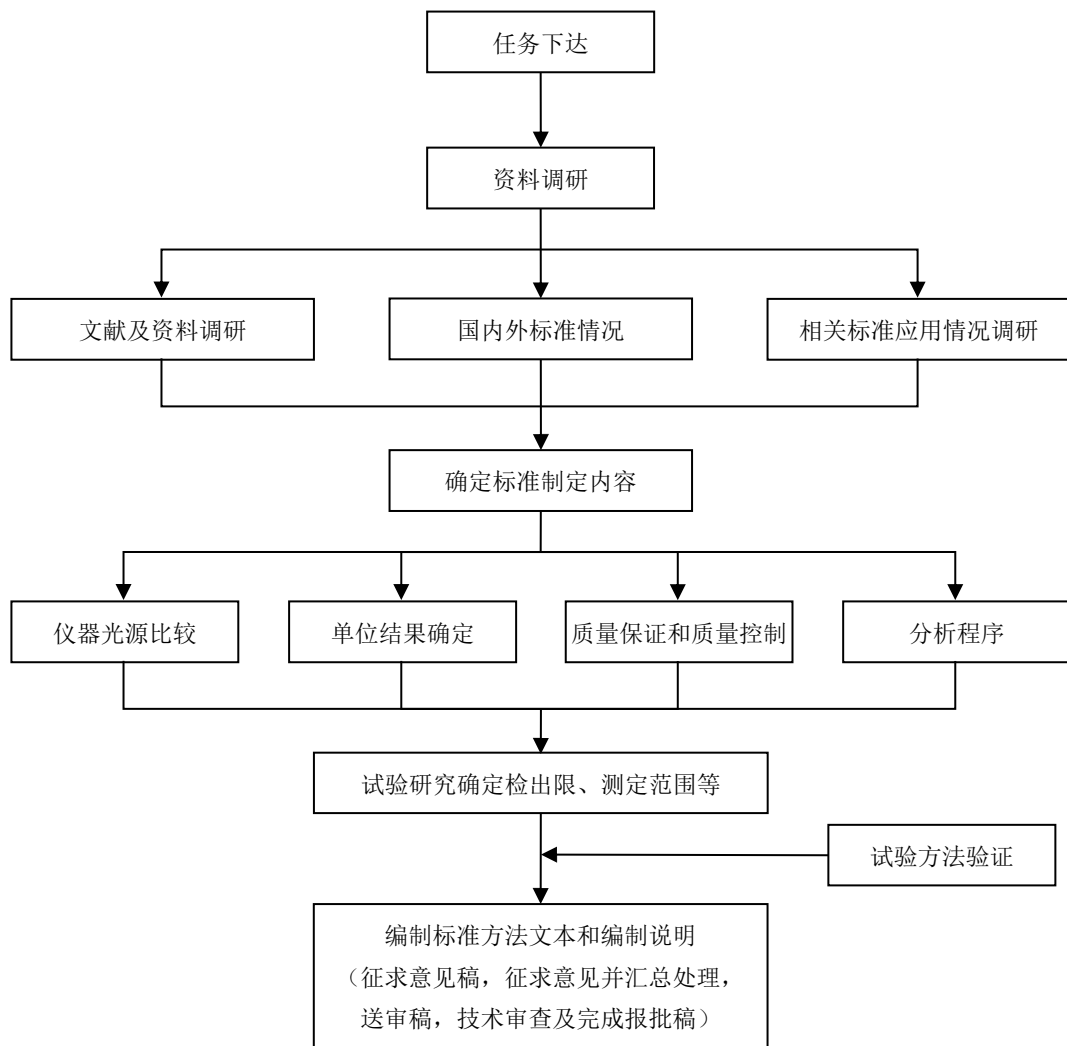


图1 技术路线图

5 方法研究报告

5.1 方法研究的目标

(1) 本标准采用的方法是浊度计法测定水质浊度，适用于地表水、地下水、城市污水回用水和海水的测定。

(2) 本标准检出限应基本满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)、《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)、《地下水水质标准》(DZ/T 0290-2015)和以后国家可能设定浊度限值的排放标准的测定需求。《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)水质常规指标要求浊度限值为 1 NTU，当水源与净水技术条件限制时为 3 NTU。《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)规定 I 至 III 类地下水要求浊度小于等于 3 NTU，IV 类水为小于等于 10 NTU，大于 10 NTU 以上为 V 类水，《地下水水质标准》(DZ/T 0290-2015)规定 I 至 III 类地下水要求浊度小于等于 3 NTU，IV 类水为小于等于 10 NTU，大于 10 NTU 以上为 V 类水，

海水未要求浊度范围，因此本方法检出限应低于 0.3 NTU，浊度计制造技术的日益发展，测量精度的提高，使得检出限不断降低以满足上述排放标准以及将来国家可能设定的浊度的限值要求。

(3) 本标准实验室内及实验室间相对标准偏差应小于 20%。

5.2 方法原理

浊度测量的是样品的散射光的量，是一种定性的测量方式。但是，通过使用标准溶液和标准化的方法，这种方法完全有可能变成定量分析。利用一束稳定光源光线穿过含有待测样品的样品池，光源为具有 860 nm±30 nm 波长的高发射强度的红外发光二极管(或 400 nm~600 nm 波长的钨灯、或钨灯结合滤光片)，传感器处在与发射光线垂直的位置上，它测量由样品中悬浮颗粒散射的光量，微电脑处理器再将该数值转化为浊度值。

5.3 试剂和材料

5.3.1 实验用水。

实验用水的浊度应低于本方法检出限。当实验用水浊度大于检出限时，可以将实验用水通过孔径小于 0.45 μm 的滤膜过滤后使用。将孔径小于 0.45 μm 的滤膜在 100 ml 实验用水中浸泡 1 h，放置在砂芯过滤器上过滤，舍弃前 250 ml 滤液，之后所获得的滤液贮存于清洁的并用滤液冲洗后的玻璃瓶中。

ISO 7027-1:2016 (E) 中规定用于配制标准溶液、稀释标准贮备液及样品稀释的实验用水应经过 0.1~0.2 μm 微孔滤膜抽滤。实验室采用购买来的蒸馏水、自来水作为实验用水分别经过 0.1 μm、0.2 μm 和 0.45 μm 的微孔滤膜过滤，通过三种孔径滤膜抽滤后的浊度值均小于 0.3 NTU，具体测定结果见表 4。

表4 不同孔径滤膜抽滤制备实验用水

实验用水	仪器光谱	未抽滤	0.1 μm	0.2 μm	0.45 μm
蒸馏水	860 nm ± 30 nm	0.02	0.02	0.02	0.02
	860 nm ± 30 nm*	0.0	0.0	0.0	0.0
	400 nm~600nm	0.170	0.126	0.146	0.141
自来水	860 nm ± 30 nm	1.26	0.02	0.02	0.02
	860 nm ± 30 nm*	1.7	0.1	0.2	0.2
	400 nm~600nm	1.47	0.126	0.157	0.126

注：*仪器为国产仪器所测结果。

用未经抽滤的浊度值低于检出限的蒸馏水、纯水机出水、经 0.1 μm、0.2 μm 和 0.45 μm 的三种微孔滤膜过滤后测量结果均低于检出限的实验用水分别配制 4.0 NTU、20 NTU 和 40 NTU 三个浓度，测量结果见表 5。

表5 不同滤膜抽滤制备的无浊水配制标准溶液测试结果

平行号	4.0 NTU			20 NTU			40 NTU			空白		
	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3	仪1	仪2	仪3
0.1 μm	4.2	3.50	4.48	21.1	20.1	22.0	41.9	41.5	44.1	0.0	0.02	0.108
0.2 μm	4.8	3.50	4.56	21.6	20.1	22.1	42.7	41.0	44.2	0.0	0.02	0.145
0.45 μm	4.9	3.46	4.54	21.3	19.8	21.8	41.9	40.6	44.0	0.0	0.02	0.203
蒸馏水	4.7	3.57	4.51	21.6	19.1	21.9	42.3	40.8	43.7	0.0	0.02	0.142
纯水机出水	4.4	3.91	4.05	22.4	19.7	20.1	42.7	38.5	40.1	0.0	0.02	0.099

注：仪1-国产浊度计光谱860 nm±30 nm；仪2-浊度计光谱860 nm±30 nm；仪3-浊度计光谱400 nm~600 nm。

实验结果表明，用于配制浊度贮备液、标准溶液、稀释样品等的实验用水可以使用直接购买的浊度值低于检出限的蒸馏水或者将不符合要求的试验用水通过孔径小于 0.45 μm 的微孔滤膜过滤后得到浊度值小于检出限的滤过水作为实验用水。

5.3.2 六次甲基四胺 (C₆H₁₂N₄)：分析纯。

5.3.3 硫酸胍 (N₂H₆SO₄)：分析纯。

5.3.4 浊度标准贮备液：4000 NTU。

严格按照 ISO 7027-1:2016 (E) 中规定的 4000 NTU 福尔马肼标准贮备液的配制步骤，称取 5.0 g 六次甲基四胺 (C₆H₁₂N₄) 溶解在约 40 ml 实验用水中，0.5 g 硫酸胍 (N₂H₆SO₄) 溶解于 40 ml 实验用水中，将这两种溶液倒入 100 ml 容量瓶中定容，在 25 °C ± 3 °C 下水平放置 24 h，制备成为 4000 NTU 的浊度贮备液。ISO 7027-1:2016 (E) 中指出该标准该贮备液性能稳定，可在 25 °C ± 3 °C 条件下避光保存 6 个月。

5.3.5 浊度标准使用液：400 NTU。

按照 ISO 7027-1:2016 (E) 中 400 NTU 福尔马肼标准使用液的配制步骤，准确移取浊度标准贮备液 10.00 ml 至 100 ml 容量瓶中，加实验用水至标线，摇匀。此溶液浊度值为 400 NTU。ISO 7027-1:2016 (E) 中指出该使用液可在 5 °C ± 3 °C 条件下避光保存 1 个月。

也可购买具有国家标准物质编号的有证标准物质，目前市售的标准溶液是依据 ISO 7027 标准方法配制，为 4000 NTU 或 400 NTU，有效期为 1 年。

5.4 仪器和设备

5.4.1 样品瓶：500 ml 具塞玻璃瓶或聚乙烯瓶。

5.4.2 浊度计。参考 ISO 7027-1:2016 (E) 及 EPA 180.1 对浊度计的要求，见 3.3 (4)。

所用仪器应符合下列要求：

a) 入射光波长λ：860 nm ± 30 nm 或者 400 nm ~ 600 nm；

b) 入射的平行光，散焦不超过 1.5°；

c) 检测器处在与发射光垂直的位置上。

5.4.3 一般实验室常用玻璃器皿和仪器设备。

5.5 样品

5.5.1 样品的采集

地表水和地下水样品的采集按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91)的相关规定进行,地下水样品的采集按照《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164)的相关规定进行,用 500 ml 具塞玻璃瓶或聚乙烯瓶采集样品。

5.5.2 样品的保存

ISO 7027-1:2016 (E) 中规定样品采集在玻璃或塑料瓶中,尽快测定,如需保存暗处冷藏不超过 24 小时;EPA 180.1 中规定样品采集在玻璃或塑料瓶中,尽快测定,如需保存 4℃ 不超过 48 小时;《水和废水监测分析方法》(第四版)中规定取样后尽快测定,如需保存,4℃ 冷藏、暗处保存 24 小时。

采集地表水、景观池塘水和海水使用 860 nm 入射光的仪器进行测量,分别对 4℃ 和室温保存做了保存时间的实验。同时,用高中低三个浓度的标准品保存在 4℃ 作为对照。在 24 小时内变化均不明显。

综上,考虑到样品不同保存条件和时间会有不同,本标准建议采集后应尽快测定。如需保存,暗处 4℃ 冷藏不超过 24 小时。测定时需放置至室温再测量。

表6 样品保存条时间实验(单位:NTU)

保存时间	4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	地表水样	地表水样	景观水样	景观水样	海水样
	4℃ 保存	4℃ 保存	4℃ 保存	4℃ 保存	室温保存	4℃ 保存	室温保存	4℃ 保存
0 小时	4.17	20.1	39.4	24.4	24.6	6.67	6.70	107
24 小时	4.38	19.4	39.5	24.3	24.3	6.57	6.64	105
48 小时	4.18	19.6	40.3	24.0	24.4	6.70	6.68	107
3 天	3.98	19.8	39.0	25.4	24.9	6.27	5.33	107
4 天	4.29	20.2	37.7	23.3	24.1	6.39	5.42	108
5 天	4.35	20.0	39.2	23.4	25.2	6.28	5.13	112
6 天	4.36	21.3	39.1	23.0	22.0	6.37	5.52	115
7 天	4.33	19.2	38.6	24.1	21.5	6.72	5.09	115

5.5.3 试样的制备

样品不需要特殊处理,分析时水样温度应尽量在常温条件 5℃~35℃ 之间,任何环节应避免产生气泡。超过量程范围的样品可以使用实验用水进行稀释后测定。

5.5.4 样品空白的制备

用浊度值小于检出限的实验用水做空白。如实验用水浊度值大于检出限可按照 5.3.1 的步骤来取得空白样品。

5.6 分析步骤

5.6.1 仪器调试与校准

(1) 仪器自检：按仪器说明书打开仪器预热，仪器进行自检，自检完毕，仪器进入测量状态。

(2) 将实验用水(5.3.1)倒入样品池内，对仪器进行零点校准。用浊度标准使用液(5.3.5)按仪器说明书稀释成不同浓度点，分别润洗样品池几次后，缓慢倒至样品池刻度线。按仪器提示进行标准系列校准。或按照仪器使用说明书进行校准，包括但不限于零点校准、满量程校准和标准系列校准。

(3) 水样测定：将水样摇匀，样品中可见的气泡消失后，用少量样品润洗样品池数次。将完全均匀的水样缓慢倒入样品池内，水样倒至样品池的刻度线即可。持握样品池时尽量刻度线以上，用柔软的无尘布擦去样品池外的水和指纹。将样品池放入仪器读数时，应对准仪器规定的位置，按仪器测量键待读数出现后记录。

超过仪器量程范围的样品，可用实验用水(5.3.1)稀释后测量。

5.6.2 测量注意事项

(1) 避免测定过程中样品池的雾化。一般测量温度应在常温状态下。5℃~35℃常温下测量，测量结果不受温度变化的影响，具体实验结果见表7。

表7 不同温度对浊度测试的影响（单位：NTU）

温度(℃)	仪器光谱	空白	4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	地表水样
5	860 nm ± 30 nm	0.02	3.59	20.3	41.2	23.5
	400 nm ~ 600nm	0.098	4.51	20.6	44.5	/
10	860 nm ± 30 nm	0.02	3.57	20.5	41.4	23.2
	400 nm ~ 600nm	0.100	4.51	20.6	44.4	/
16	860 nm ± 30 nm	0.02	3.51	20.2	41.3	23.2
	400 nm ~ 600nm	0.098	4.57	20.7	44.4	/
20	860 nm ± 30 nm	0.02	3.46	20.4	41.8	24.1
	400 nm ~ 600nm	0.097	4.62	20.5	44.1	/
25	860 nm ± 30 nm	0.02	3.47	20.4	41.5	24.3
	400 nm ~ 600nm	0.101	4.59	20.5	44.1	/
30	860 nm ± 30 nm	0.02	3.49	20.3	41.4	24.1
	400 nm ~ 600nm	0.100	4.61	20.6	44.1	/
35	860 nm ± 30 nm	0.02	3.47	20.2	41.5	23.5

	400 nm~600nm	0.098	4.57	20.8	44.3	/
--	--------------	-------	------	------	------	---

(2) 颜色对测量的影响：有研究表明指出光谱输出在860 nm±30 nm的浊度计，水中即使有颜色也不会干扰样品测量，在这个波长范围内，几乎没有任何自然的物质会吸收光^[12]。ISO 7027-1:2016 (E) 指出大于800 nm的波长，颜色的干扰除蓝色的废水样品稍有影响，其他几乎不存在干扰。光谱输出在400 nm~600 nm的浊度计，水中的颜色有吸收会影响测量值，波长范围相近的淡黄色、淡绿色无干扰。实验室用亚甲蓝、曙红和氯铂酸钾、氯化钴分别配置了蓝色、红色和黄色的实验用水，并用这些带颜色的实验用水分别配置了4.0 NTU、20 NTU和40 NTU的标准溶液进行测定，测量结果表明，光谱输出在860 nm±30 nm的浊度计对颜色几乎无干扰；光谱输出在400 nm~600 nm的浊度计，除了与其光谱相近的黄绿色干扰影响小外，其余颜色对测量有干扰，具体见表8。据此，建议有颜色的样品选择光谱输出在860 nm±60 nm的浊度计。

表8 不同色度对浊度测试的影响（单位：NTU）

色系	色度（倍）	仪器光谱	空白	4.0 NTU	20 NTU	40 NTU
蓝	20	860 nm±30 nm	0.02	3.68	20.0	41.8
		400 nm~600nm	3.30	7.30	23.6	44.0
	80	860nm±60 nm	0.02	3.66	20.2	41.9
		400 nm-600 nm	6.08	10.1	22.5	39.5
	1000	860 nm±30 nm	0.07	3.71	20.5	41.7
		400 nm~600nm	2.03	4.62	14.9	28.5
红	20	860 nm±30 nm	0.02	3.57	20.7	41.9
		400 nm~600nm	4.09	9.73	26.4	47.4
	100	860 nm±30 nm	0.05	3.66	20.6	42.3
		400 nm~600nm	8.54	13.2	28.3	48.7
	4000	860 nm±30 nm	0.19	3.69	21.4	37.4
		400 nm~600nm	1.74	5.33	19.6	39.8
黄	20	860 nm±30 nm	0.02	3.56	20.8	42.9
		400 nm~600nm	0.148	4.48	22.1	43.9
	100	860 nm±30 nm	0.50	3.56	21.9	42.9
		400 nm~600nm	0.191	4.37	21.2	42.6
	500	860 nm±30 nm	0.11	3.88	20.9	42.8
		400 nm~600nm	0.213	5.22	23.2	41.8

(3) 气泡：气泡的干扰可以在测量过程中通过小心倾倒样品来避免出现，在测量过程中要尽量避免样品瓶中气泡的存在。无论何种情况应避免气泡的产生。

(4) 仪器样品池的洁净度及是否有划痕也会影响浊度的测定值。应定期进行检查和清洁，有细微划痕的样品池可以通过涂抹硅油薄膜并用细软的无脱落的软布擦拭来掩盖。

5.7 结果计算

0~40 NTU 的样品一般仪器都能直接读出结果，无需计算。大于量程范围，经稀释的样品，读数乘稀释倍数，即为样品的浊度值。

5.8 方法检出限

按《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》(HJ 168-2010)中规定，按照样品分析的全部步骤，按照仪器测定的最佳条件，考虑仪器光源、光路、检测器等差别，对浓度值为 1 NTU 的样品进行测定，计算 7 次平行测定的标准偏差，按下式计算方法检出限。

$$MDL = t_{(n-1,0.99)} \times S$$

式中：MDL——方法检出限；

n ——样品的平行测定次数；

t ——自由度为 $n-1$ ，置信度为 99% 时的 t 分布（单侧）；

S —— n 次平行测定的标准偏差。

其中，当自由度为 $n-1$ ，置信度为 99% 时的值可参考表 9 取值。

表 9 t 值表

平行测定次数 (n)	自由度 ($n-1$)	$t_{(n-1,0.99)}$
7	6	3.143

本方法检出限的测试结果见表 10。

表 10 方法检出限、测定下限的测试结果

平行样品编号		测试结果	
		860 nm ± 30 nm	400 nm ~ 600 nm
测定结果 (NTU)	1	0.96	1.11
	2	0.84	1.10
	3	0.91	1.08
	4	0.94	1.06
	5	0.88	1.07
	6	0.82	1.12
	7	0.90	1.07
平均值 (NTU)		0.89	1.09
标准偏差 (NTU)		0.051	0.023

平行样品编号	测试结果	
	860 nm ± 30 nm	400 nm ~ 600 nm
t值	3.143	3.143
检出限 (NTU)	0.17	0.07
测定下限 (NTU)	0.68	0.28

5.9 精密度和准确度

5.9.1 精密度

按《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》(HJ 168-2010)中规定,对浓度为4.0 NTU、20 NTU和40NTU的三种标准溶液平行测定6次,实验室内相对标准偏差分别为1.6%、1.2%和1.2%;对浊度约为27 NTU的污水样品、69 NTU的地表水、80 NTU的海水平行测定6次,实验室内相对标准偏差分别为0.9%、1.8%、1.6%。精密度测试结果见表11。

表11 精密度测试结果

平行号	4.0 NTU		20 NTU		40 NTU		污水		地表水	海水	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	1*	
测定 结果 (NTU)	1	3.93	4.13	20.0	20.4	39.4	40.6	27.4	26.7	67.8	78.7
	2	3.90	4.13	19.9	20.1	38.9	40.4	27.6	26.9	70.1	79.7
	3	3.90	4.02	19.6	20.1	38.2	40.4	27.4	26.6	68.2	80.8
	4	3.88	4.01	19.4	19.8	37.5	39.5	27.5	26.3	67.9	79.8
	5	3.90	4.02	19.7	19.8	38.4	39.6	28.0	26.8	68.6	77.9
	6	3.97	3.98	19.7	19.8	38.4	39.9	27.9	27.0	70.7	81.2
平均值(NTU)	3.91	4.05	19.7	20.0	38.5	40.1	27.6	26.7	68.9	79.7	
标准偏差 (NTU)	0.032	0.065	0.21	0.24	0.64	0.46	0.26	0.2	1.2	1.2	
相对标准偏 差RSD (%)	0.8	1.6	1.1	1.4	1.7	1.2	0.9	0.9	1.8	1.6	
*测量条件1为860 nm ± 30 nm, 测量条件2为400 nm ~ 600 nm。											

5.9.2 准确度

按《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》(HJ 168-2010)中规定,对有证标准样品5.0 NTU ± 0.50 NTU、10 NTU ± 1.00 NTU、25 NTU ± 2.5 NTU分别平行测定6次,相对误差分别为1.4%、3.0%和0.8%。结果见表12。

表12 有证标准样品测试数据表

有证标准样品的标准值±不确定度 (NTU)		5.0±0.50		10±1.00		25±2.5	
		1*	2*	1*	2*	1*	2*
测定结果 (NTU)	1	4.96	5.12	9.71	10.3	25.3	26.8
	2	4.94	5.06	9.73	10.4	24.8	26.6
	3	5.04	5.10	9.75	10.3	25.4	26.3
	4	4.92	4.99	9.82	10.2	25.1	26.7
	5	5.01	5.04	9.76	10.1	25.2	26.9
	6	5.02	5.09	9.81	10.3	25.3	26.8
平均值 (NTU)		4.98	5.07	9.76	10.3	25.2	26.7
相对误差RE (%)		0.4	1.4	2.4	3.0	0.8	6.8

*测量条件1为860 nm±30 nm，测量条件2为400 nm~600 nm。

5.10 质量保证和质量控制

5.10.1 每次分析样品时都应对仪器进行充分预热、校准。仪器开机后需要根据仪器特性，等待仪器预热稳定后，按照仪器说明书对浊度计进行校准，稳定后方可进行测试。

5.10.2 每次分析样品时应加入分析1~2个标准物质。标准物质可以选择和待测样品浊度接近的标准物质进行校准，以保证测量结果准确性。

5.10.3 每批样品至少测定1个空白。空白的测试结果应小于方法检出限。空白样品的测定一方面测试实验用水是否满足要求，另一方面验证样品池是否有划痕影响检测。

5.10.4 每批样品应至少测定10%的平行双样，样品数量少于10个时，应至少测定一个平行双样，测定结果相对偏差应小于20%。平行双样检验样品是否混合摇匀，以免因样品不均一引起测量结果偏差。

6 方法验证

6.1 方法验证方案

6.1.1 验证单位及验证人员情况

有6家单位参加了方法验证：上海市环境监测中心、上海市嘉定区环境监测站、苏州市环境监测中心站、上海市嘉定区疾病预防控制中心、澳实分析检测（上海）有限公司、上海华测品标检测技术有限公司。具体参与方法验证的实验室、验证人员的基本情况见表13。

表13 参与方法验证的实验室、验证人员的基本情况

单 位	姓名	性别	年龄	职务或职称	所学专业	工作 年限
上海市环境监测中心	周勤	女	49	高级工程师	化工分析	29
上海市嘉定区环境监测站	于海燕	女	41	工程师	化学	18
	顾旻晨	男	30	工程师	化学	7
苏州市环境监测中心站	李月娥	女	40	副高级工程师	分析测试	20
	李银	女	28	助理工程师	环境监测	5
	蔡晔	女	32	工程师	化学分析	8
上海市嘉定区疾病预防控制中心	朱震海	男	41	主管技师	化学与化工	21
	宣栋梁	男	42	副主任技师	营养与食品卫生学	19
澳实分析检测（上海）有限公司	高岩	女	30	无机实验室主管	环境工程	6
	朱莹莹	女	30	无机实验室分析员	环境工程	3
上海华测品标检测技术有限公司	韩君	女	29	检测专员	化工分析	6
	尤巧巧	女	25	检测专员	环境科学	3

6.1.2 方法验证方案

按照《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》（HJ/T 168-2010）的规定，组织 6 家有资质的实验室进行验证。根据影响方法的精密度和准确度的主要因素和数理统计学的要求，编制方法验证报告，验证数据主要包括检出限、精密度、准确度等。验证单位按照 HJ/T 168-2010 的要求完成方法验证报告。

（1）方法检出限测定下限的测定：6 家验证实验室按照样品分析的全部步骤，对浓度为 1.0 NTU 的统一样品进行测定，计算 7 次平行测定的标准偏差 S，按 $MDL=S \times 3.143$ 计算得出各自的检出限。最终方法的检出限为各实验室所得检出限数据的最高值。

（2）方法精密度的测定：6 家验证实验室分别对浓度为 4.0 NTU、20NTU 和 40 NTU 的三种标准溶液和一个实际浓度约为 27 NTU 污水样品、62 NTU 地表水、74NTU 海水进行 6 次平行测定，计算平均值、标准偏差及相对标准偏差。

（3）方法准确度的测定：6 家验证实验室分别对浓度为 5.0 NTU±0.50 NTU、10 NTU±1.00 NTU、25 NTU±2.5 NTU 的进口有证标准样品（NSI Solution, Inc）进行测定，计算平均值和相对误差。

6.2 方法验证过程

首先通过筛选确定方法验证单位，本方法最终确定的 6 家验证单位，其中上海市嘉定区环境监测站和上海市嘉定区疾控预防控制中心分别有国产、进口 2 台仪器设备，一共 8 台仪器设备参加验证。按照方法验证方案准备统一验证样品，与验证单位确定验证时间。在方法验证前，参加验证的操作人员应熟悉和掌握方法原理、操作步骤及流程。方法验证过程中所用的试剂和材料、仪器和设备及分析步骤应符合方法相关要求，最后按 HJ 168-2010 的要求完成方法验证报告。2018 年补充了地表水、海水样品的精密度验证试验，一共 6 台仪器，其中 2 台国产仪器，3 台便携仪器。详见附一《方法验证报告》。

经验证，在方法检出限和测定下限方面，最终方法检出限（取验证结果最大值）为 0.3 NTU，基本满足我国《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）及《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）等标准的浓度限值要求。《海水水质标准》（GB 3097-1997）未对浊度作出限值要求，《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》（GB 17378.4-2007）中三种方法均无最低检出要求，经海水实际样品测试满足实际监测需求。

在方法精密度方面，6 个实验室对浊度为 4.0 NTU、20 NTU、40 NTU 的统一标准样品进行了测定，实验室内相对标准偏差分别为 0.6%~1.8%、0.3%~3.4%和 0.3%~2.0%；实验室间相对标准偏差为 3.3%、4.5%和 3.3%；重复性限分别为 0.23 NTU、0.53 NTU 和 1.28 NTU，再现性限分别为 0.42NTU、2.8 NTU 和 3.8NTU。6 个实验室对浊度约为 27 NTU 印染废水、62 NTU 地表水、74 NTU 海水的统一样品进行了平行六次测定，实验室内相对标准偏差范围分别为 0.7%~4.0%、0.4%~7.3%、1.4%~2.6%；实验室间相对标准偏差分别为 8.7%、12%、10%；重复性限分别为 2.0 NTU、5.6 NTU、4.1 NTU；再现性限分别为 6.8 NTU、22 NTU、21 NTU。方法精密度满足方法特性指标的要求。

在方法准确度方面，经 6 家实验室 8 台仪器设备对浊度为 5.0 NTU±0.50 NTU、10 NTU±1.00 NTU、25 NTU±2.5 NTU 有证标准物质进行了测定，相对误差为-2.2%~2.4%，-4.0%~3.0%，-5.6%~2.3%，方法准确度满足方法特性指标的要求。

7 标准实施建议

国内现行的各类排放标准中，没有涉及到浊度。建议国家抓紧制定相关排放标准并修订相关的环境质量标准，把浊度限值纳入标准中并统一浊度单位。

8 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家标准《生活饮用水卫生标准》，GB 5749-2006.
- [2] 中华人民共和国国家标准《地下水质量标准》，GB/T14848-2017.
- [3] 中华人民共和国国家标准《城市污水再生利用城市杂用水水质》，GB/T 18920-2002.
- [4] 中华人民共和国国家标准《水质 浊度的测定》，GB13200-1991
- [5] 中华人民共和国国家标准《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》，GB/T5750.4-2006.

- [6] 中华人民共和国国家标准《海洋监测规范 第4部分：海水分析》，GB 17378.4-2007
- [7] 中华人民共和国环境保护标准《地表水和污水监测技术规范》，HJ/T 91-2002.
- [8] 中华人民共和国环境保护标准《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》，HJ 168-2010.
- [9] 中华人民共和国环境保护标准《水质 样品的保存和管理技术规定》，HJ 493-2009.
- [10] 中华人民共和国地质矿产行业标准《地下水水质标准》，DZ/T 0290-2015
- [11] 国家环境保护总局，水和废水监测分析方法（第四版）[M]，北京：中国环境科学出版社，2002
- [12] Mike Sada等编著，水浊度 精确检测技术[M]，北京:中国建筑工业出版社，2008
- [13]吴鹏鸣等编著，环境水质监测质量保证手册 [M]，北京：化学工业出版社，1984
- [14] ISO7027-1:2016（E）Water quality—Determination of turbidity
- [15] U.S. EPA METHOD 180.1 DETERMINATION OF TURBIDITY BY NEPHELOMETRY

附

方法验证报告

方法名称：水质 浊度的测定 浊度计法

项目主编单位：上海市浦东新区环境监测站

验证单位：上海市环境监测中心、上海市嘉定区环境监测站、苏州市
环境监测中心站、上海市嘉定区疾病预防控制中心、澳实分
析测试（上海）有限公司和上海华测品标检测技术有限公司

项目负责人及职称：夏 琴（高级工程师）

通讯地址：上海市浦东新区灵山路51号电话：021-50580271

报告编写人及职称：夏 琴（高级工程师）

报告日期：2018 年 8 月 12 日

1 原始测试数据

1.1 参加验证实验室基本情况

按照《环境监测 分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168-2010）的规定，组织了6家有资质的验证实验室对《水质 浊度的测定 浊度计法》进行了方法验证。其中实验室1为上海市环境监测中心，实验室2为上海市嘉定区环境监测站，实验室3为苏州市环境监测中心站，实验室4为上海市嘉定区疾病预防控制中心，实验室5为澳实分析测试（上海）有限公司，实验室6为上海华测品标检测技术有限公司。

表1-1 参加验证的人员情况登记表

编号	单位	姓名	性别	年龄	职务或职称	所学专业	工作年限
1	上海市环境监测中心	周勤	女	49	高级工程师	化工分析	29
2	上海市嘉定区环境监测站	于海燕	女	41	工程师	化学	18
		顾旻晨	男	30	工程师	化学	7
3	苏州市环境监测中心站	李月娥	女	40	副高级工程师	分析测试	20
		李银	女	28	助理工程师	环境监测	5
		蔡晔	女	32	工程师	化学分析	8
4	上海市嘉定区疾病预防控制中心	朱震海	男	41	主管技师	化学与化工	21
		宣栋梁	男	42	副主任技师	营养与食品卫生学	19
5	澳实分析检测(上海)有限公司	高岩	女	30	无机实验室主管	环境工程	6
		朱莹莹	女	30	无机实验室分析员	环境工程	3
6	上海华测品标检测技术有限公司	韩君	女	29	检测专员	化工分析	6
		尤巧巧	女	25	检测专员	环境科学	3

表1-2 使用仪器情况登记表

验证实验室	仪器出厂编号	性能状况	光谱范围
上海市环境监测中心	2239	良好	400 nm~600 nm
	13070C023709	良好	400 nm~600 nm
上海市嘉定区环境监测站	2027	良好	400 nm~600 nm
	200911351	良好	860 nm±30 nm

苏州市环境监测中心站	201105257	良好	400 nm~600 nm
	snB06068	良好	860 nm±30 nm
上海市嘉定区疾病预防控制中心	04TP1.1-0680	良好	400 nm~600 nm
	200911351	良好	860 nm±30 nm
	13010c023283	良好	400 nm~600 nm
澳实分析检测（上海）有限公司	789857	良好	860 nm±30 nm
上海华测品标检测技术有限公司	TIBN-1005007	良好	860 nm±30 nm
	2008030085	良好	860 nm±30 nm
<p>*为国产仪器。 #为2018年补充实验所用仪器。 &为便携式仪器。</p>			

表1-3 使用试剂及溶剂登记表

名称	来源、规格	纯化处理方法	备注
水质浊度标准物质	中国计量科学研究院		浓度：400 NTU±3%
浊度工作标准溶液	上海市计量测试研究院		浓度：400 NTU±3.1%
福尔马胂浊度标准物质	北京海岸鸿蒙标准物质技术有限责任公司		浓度：400 NTU±4%
浊度标准物质（进口）	NSI Solution, Inc		浓度：5.0 NTU±0.50, 10 NTU±1.00, 25 NTU±2.5, 50 NTU±5.0,
无浊水	Milli-pore、PALL公司、雀巢纯水	膜过滤	

1.2 方法检出限、测定下限

方法检出限、测定下限测试数据见表 1-4~表 1-9。

附表1-4 方法检出限、测定下限测试数据

验证单位：上海市环境监测中心

测试日期：2013.12

平行样品编号		试样
测定结果 (NTU)	1	1.03
	2	1.05
	3	1.00
	4	1.03
	5	1.08
	6	1.00
	7	1.03
	8	1.08
平均值 \bar{x}_i (NTU)		1.04
标准偏差 S_i (NTU)		0.031
t 值		2.998
检出限 (NTU)		0.10
测定下限 (NTU)		0.40
光谱范围		400 nm~600 nm

表1-5 方法检出下限、测定下限测试数据

验证单位：上海市嘉定区环境监测站

测试日期：2013.12

平行样品编号		试样	
测定结果 (NTU)	1	1.11	1.02
	2	1.07	0.98
	3	1.08	1.07
	4	0.94	1.01
	5	1.07	1.02
	6	0.98	1.02
	7	1.10	1.06
平均值 \bar{x}_i (NTU)		1.05	1.02
标准偏差 S_i (NTU)		0.064	0.030

平行样品编号	试样	
t 值	3.143	3.143
检出限 (NTU)	0.21	0.10
测定下限 (NTU)	0.84	0.40
光谱范围	400 nm~600 nm	860 nm±30 nm

表1-6 方法检出下限、测定下限测试数据

验证单位：苏州市环境监测中心站

测试日期：2013.12

平行样品编号	试样	
测定结果 (NTU)	1	0.98
	2	1.03
	3	1.06
	4	1.02
	5	0.92
	6	0.94
	7	0.94
平均值 \bar{x}_i (NTU)	0.98	
标准偏差 S_i (NTU)	0.053	
t 值	3.143	
检出限 (NTU)	0.17	
测定下限 (NTU)	0.68	
光谱范围	400 nm~600 nm	

表1-7 方法检出下限、测定下限测试数据

验证单位：上海市嘉定区疾病预防控制中心

测试日期：2013.12

平行样品编号	试样		
测定结果 (NTU)	1	1.10	0.91
	2	1.09	0.90
	3	1.00	0.96
	4	1.00	1.03
	5	1.10	1.01
	6	1.09	0.97

平行样品编号		试样	
	7	1.11	1.05
平均值 \bar{x}_i (NTU)		1.07	0.98
标准偏差 S_i (NTU)		0.048	0.058
t 值		3.143	3.143
检出限 (NTU)		0.16	0.19
测定下限 (NTU)		0.64	0.76
光谱范围		400 nm~600 nm	860 nm ± 30 nm

表1-8 方法检出下限、测定下限测试数据

验证单位：澳实分析测试（上海）有限公司

测试日期：2013.12

平行样品编号		试样	
测定结果 (NTU)	1	0.96	
	2	1.06	
	3	0.90	
	4	1.05	
	5	0.92	
	6	1.04	
	7	1.08	
平均值 \bar{x}_i (NTU)		1.00	
标准偏差 S_i (NTU)		0.073	
t 值		3.143	
检出限 (NTU)		0.23	
测定下限 (NTU)		0.92	
光谱范围		860 nm ± 30 nm	

表1-9 方法检出下限、测定下限测试数据

验证单位：上海华测品标检测技术有限公司

测试日期：2013.12

平行样品编号		试样	
测定结果 (NTU)	1	1.02	
	2	1.01	
	3	1.05	

平行样品编号		试样
	4	1.17
	5	1.12
	6	1.14
	7	1.18
平均值 \bar{x}_i (NTU)		1.10
标准偏差 S_i (NTU)		0.071
t 值		3.143
检出限 (NTU)		0.23
测定下限 (NTU)		0.92
光谱范围		860 nm \pm 30 nm

1.3 方法精密度

对标准溶液和实际样品进行方法精密度测定，测试数据见表 1-10~表 1-。其中地表水、海水实际样品为 2018 年 8 月补充实验结果。

表1-10 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：上海市环境监测中心

测试日期：2013.12、2018.8

平行号		标准溶液			实际样品		
		4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	污水	地表水	海水
测定结果 (NTU)	1	4.00	21.0	41.0	25.0	55.8	63.6
	2	3.94	21.0	40.0	25.0	56.3	63.3
	3	3.89	20.0	39.0	26.0	66.4	66.5
	4	4.00	20.0	40.0	25.0	55.8	63.5
	5	4.06	19.3	40.0	25.0	56	63.8
	6	4.06	19.7	41.0	27.0	56.6	63.5
平均值 \bar{x}_i (NTU)		3.99	20.2	40.2	25.5	57.8	64
标准偏差 S_i (NTU)		0.067	0.70	0.75	0.84	4.20	1.20
相对标准偏差 RSD (%)		1.7	3.4	1.9	3.3	7.3	1.9
光谱范围		400 nm ~ 600 nm					

表1-11-1 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：上海市嘉定区环境监测站

测试日期：2013.12、2018.8

平行号	标准溶液			实际样品			
	4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	污水	地表水	海水	
测定结果 (NTU)	1	3.88	20.0	39.9	26.4	57.3	67.2
	2	3.94	19.9	39.9	26.2	56.5	68.3
	3	3.93	19.9	39.9	26.3	58.4	70.3
	4	3.91	20.3	40.0	26.4	58.5	69.7
	5	3.89	20.0	39.7	26.0	58.9	70.8
	6	3.91	20.0	39.6	26.5	58.5	72.4
平均值 \bar{x}_i (NTU)	3.91	20.0	39.8	26.3	58.0	69.8	
标准偏差 S_i (NTU)	0.023	0.15	0.12	0.19	0.90	1.80	
相对标准偏差 RSD (%)	0.6	0.7	0.3	0.7	1.6	2.6	
光谱范围	400 nm ~ 600 nm						

表1-11-2 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：上海市嘉定区环境监测站

测试日期：2013.12

平行号	标准溶液			实际样品	
	4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	污水	
测定结果 (NTU)	1	3.92	21.8	39.7	23.7
	2	3.98	21.5	39.6	23.8
	3	3.94	21.2	39.7	23.9
	4	3.86	21.3	40.2	24.8
	5	3.88	20.7	40.3	24.3
	6	3.89	21.2	40.7	23.6
平均值 \bar{x}_i (NTU)	3.91	21.3	40.0	24.0	
标准偏差 S_i (NTU)	0.044	0.37	0.44	0.45	
相对标准偏差 RSD (%)	1.1	1.7	1.1	1.9	
光谱范围	860 nm ± 30 nm				

表1-12 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：苏州市环境监测中心站

测试日期：2013.12、2018.8

平行号		标准溶液			实际样品		
		4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	污水	地表水	海水
测定结果 (NTU)	1	3.74	18.7	37.5	25.1	66.2	78.7
	2	3.65	18.5	37.4	24.7	68.4	78.5
	3	3.90	18.8	37.4	25.2	67.9	78.7
	4	3.78	18.7	37.3	25.5	67.2	79.6
	5	3.94	18.9	37.3	25.7	68.2	81.1
	6	3.61	18.8	37.2	25.5	67.8	80.8
平均值 \bar{x}_i (NTU)		3.77	18.7	37.3	25.3	67.6	79.6
标准偏差 S_i (NTU)		0.13	0.12	0.12	0.35	0.8	1.1
相对标准偏差 RSD (%)		3.4	0.6	0.3	1.4	1.2	1.4
光谱范围		400 nm~600 nm			860 nm±30 nm		

表1-13-1 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：上海市嘉定区疾病预防控制中心

测试日期：2013.12、2018.8

平行号		标准溶液			实际样品		
		4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	污水	地表水	海水
测定结果 (NTU)	1	4.18	21.0	41.4	26.1	51.3	70.5
	2	4.22	20.8	41.8	25.6	51.3	68.1
	3	4.19	21.0	41.8	25.3	51.4	68.1
	4	4.20	20.9	41.6	27.0	51.1	70.9
	5	4.23	20.8	41.7	24.6	50.9	70.5
	6	4.21	21.0	41.5	24.8	51.3	70.7
平均值 \bar{x}_i (NTU)		4.20	20.9	41.6	25.6	51.2	69.8
标准偏差 S_i (NTU)		0.019	0.098	0.16	0.89	0.2	1.3
相对标准偏差 RSD (%)		0.4	0.5	0.4	3.5	0.4	1.9
光谱范围		400 nm~600 nm					

表1-13-2 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：上海市嘉定区疾病预防控制中心

测试日期：2013.12

平行号		标准溶液			污水样品
		4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	
测定结果 (NTU)	1	3.93	21.7	38.5	23.6
	2	4.00	21.0	39.5	24.9
	3	3.98	21.4	39.5	23.6
	4	3.73	21.3	39.7	24.0
	5	3.69	21.6	40.3	24.3
	6	3.70	21.0	40.8	24.0
平均值 \bar{x}_i (NTU)		3.84	21.3	39.7	24.1
标准偏差 S_i (NTU)		0.15	0.29	0.79	0.49
相对标准偏差 RSD (%)		3.9	1.4	2.0	2.0
光谱范围		860 nm \pm 30 nm			

表1-14 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：澳实分析测试（上海）有限公司

测试日期：2013.12、2018.8

平行号		标准溶液			实际样品		
		4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	污水	地表水	海水
测定结果 (NTU)	1	4.06	20.2	40.2	30.7	67.4	79.0
	2	4.06	19.9	40.8	31.5	68.9	82.0
	3	4.06	20.2	39.8	30.8	65.9	80.6
	4	3.95	20.1	40.1	32.0	67	81.6
	5	4.05	20.1	39.9	31.8	66.9	81.4
	6	3.97	19.9	40.5	31.9	66.6	82.3
平均值 \bar{x}_i (NTU)		4.02	20.1	40.2	31.4	67.1	81.2
标准偏差 S_i (NTU)		0.051	0.14	0.38	0.57	1.00	1.20
相对标准偏差 RSD (%)		1.3	0.7	1.0	1.8	1.5	1.5
光谱范围		860 nm \pm 30 nm					

表1-15 标准溶液和实际样品精密度测定数据

验证单位：上海华测品标检测技术有限公司

测试日期：2013.12、2018.8

平行号		标准溶液			实际样品		
		4.0 NTU	20 NTU	40 NTU	污水	地表水	海水
测定结果 (NTU)	1	3.89	19.3	38.4	27.9	67.5	78.5
	2	3.95	19.4	38.2	27.1	69.7	80.4
	3	3.94	19.4	38.1	26.3	72.3	82.5
	4	4.08	19.5	38.4	26.3	71.6	83.7
	5	3.95	19.4	38.4	28.9	69.8	83.3
	6	4.04	19.4	39.0	28.5	72.5	82.4
平均值 \bar{x}_i (NTU)		3.98	19.4	38.4	27.5	70.6	81.8
标准偏差 S_i (NTU)		0.071	0.064	0.33	1.1	1.9	2
相对标准偏差 RSD (%)		1.8	0.3	0.9	4.0	2.7	2.4
光谱范围		860 nm ± 30 nm					

1.4 方法准确度

对有证标准样品（5.0 NTU、10 NTU、25 NTU）测试数据见表 1-16~表 1-21。

表1-16 有证标准样品（5.0 NTU、10 NTU、25 NTU）测试数据表

验证单位：上海市环境监测中心

测试日期：2013.12

平行号		有证标准样品		
		5.0 NTU	10 NTU	25 NTU
测定结果 (NTU)	1	5.0	10.0	25.0
	2	4.7	10.2	25.0
	3	4.9	9.9	25.0
	4	5.3	10.2	25.0
	5	5.1	10.3	25.0
	6	5.2	10.2	25.0
平均值 \bar{x}_i (NTU)		5.0	10.1	25.0
有证标准样品浓度 μ (NTU)		5.0 ± 0.50	10 ± 1.0	25 ± 2.5
相对误差 RE_i (%)		0.7	1.0	0
光谱范围		400 nm ~ 600 nm		

表1-17 有证标准样品（5.0 NTU、10 NTU、25 NTU）测试数据表

验证单位：上海市嘉定区环境监测站

测试日期：2013.12

平行号		有证标准样品					
		5.0 NTU	10 NTU	25 NTU	5.0 NTU	10 NTU	25 NTU
测定结果 (NTU)	1	5.28	10.1	24.7	4.91	10.6	25.6
	2	5.24	10.3	24.8	4.98	10.5	25.2
	3	5.04	10.3	24.8	4.94	10.1	25.7
	4	5.01	10.6	24.9	5.05	10.0	25.5
	5	5.29	10.5	24.6	5.00	10.1	26.2
	6	5.22	10.4	24.8	4.90	10.2	25.3
平均值 \bar{x}_i (NTU)		5.18	10.3	24.8	4.96	10.2	25.6
有证标准样品浓度 μ (NTU)		5.0±0.50	10±1.0	25±2.5	5.0±0.50	10±1.0	25±2.5
相对误差 RE_i (%)		3.6	3.0	-0.9	-0.7	2.0	2.3
光谱范围		400 nm~600 nm			860 nm±30 nm		

表1-18 有证标准样品（5.0 NTU、10 NTU、25 NTU）测试数据表

验证单位：苏州市环境监测中心站

测试日期：2013.12

平行号		有证标准样品		
		5.0 NTU	10 NTU	25 NTU
测定结果 (NTU)	1	4.90	10.4	23.9
	2	4.93	9.74	23.5
	3	4.91	9.47	23.5
	4	5.11	9.48	23.8
	5	5.10	9.69	23.4
	6	5.03	9.35	23.4
平均值 \bar{x}_i (NTU)		5.00	9.69	23.6
有证标准样品浓度 μ (NTU)		5.0±0.50	10±1.0	25±2.5
相对误差 RE_i (%)		-0.07	-3.1	-5.6
光谱范围		400 nm~600 nm		

表1-19 有证标准样品（5.0 NTU、10 NTU、25 NTU）测试数据表

验证单位：上海市嘉定区疾病预防控制中心

测试日期：2013.12

平行号		有证标准样品					
		5.0 NTU	10 NTU	25 NTU	5.0 NTU	10 NTU	25 NTU
测定结果 (NTU)	1	5.02	9.45	24.7	4.99	10.1	26.1
	2	4.99	9.57	24.8	4.82	10.2	25.5
	3	5.13	9.58	24.1	4.86	9.84	25.6
	4	5.16	9.68	24.2	4.90	10.0	25.4
	5	5.27	9.76	24.7	4.84	10.1	25.2
	6	5.12	9.58	24.1	4.94	9.93	25.6
平均值 \bar{x}_i (NTU)		5.12	9.60	24.4	4.89	10.0	25.6
有证标准样品浓度 μ (NTU)		5.0±0.50	10±1.0	25±2.5	5.0±0.50	10±1.0	25±2.5
相对误差 RE_i (%)		2.4	-4.0	-2.4	-2.2	0.3	2.3
光谱范围		400 nm~600 nm			860 nm±30 nm		

表1-20 有证标准样品（5.0 NTU、10 NTU、25 NTU）测试数据表

验证单位：澳实分析检测（上海）有限公司

测试日期：2013.12

平行号		有证标准样品		
		5.0 NTU	10 NTU	25 NTU
测定结果 (NTU)	1	4.97	10.2	25.5
	2	5.01	10.0	25.2
	3	5.05	10.1	24.9
	4	5.03	9.92	25.4
	5	4.98	10.1	25.1
	6	5.06	9.95	25.2
平均值 \bar{x}_i (NTU)		5.02	10.0	25.2
有证标准样品浓度 μ (NTU)		5.0±0.50	10±1.0	25±2.5
RE_i (%)		0.4	0.4	0.8
光谱范围		860 nm±30 nm		

附表1-4.1.6 有证标准样品（5.0 NTU、10 NTU、25 NTU）测试数据表

验证单位：上海华测品标检测技术有限公司

测试日期：2013.12

平行号		有证标准样品		
		5.0 NTU	10 NTU	25 NTU
测定结果 (NTU)	1	5.02	10.1	25.0
	2	5.04	10.0	24.9
	3	4.96	9.94	25.0
	4	4.98	9.98	25.1
	5	4.99	9.92	24.8
	6	5.02	10.0	24.9
平均值 \bar{x}_i (NTU)		5.00	10.0	24.9
有证标准样品浓度 μ (NTU)		5.0±0.50	10±1.0	25±2.5
RE_i (%)		0.03	0.1	-0.3
光谱范围		860 nm±30 nm		

2 方法验证数据汇总

2.1 方法检出限、测定下限汇总

6家实验室的方法检出限和测定下限测定结果见表2-1。

表2-1 方法检出限、测定下限汇总表

编号	光谱范围 (nm)	检出限 (NTU)	测定下限 (NTU)
1	400~600	0.10	0.40
2	400~600	0.21	0.84
	860±30	0.10	0.40
3	400~600	0.17	0.68
4	400~600	0.16	0.64
	860±30	0.19	0.76
5	860±30	0.23	0.92
6	860±30	0.23	0.92

结论：6家实验室测定的方法检出限0.10 NTU~0.23 NTU；测定下限0.40 NTU~0.92 NTU。

2.2 方法精密度数据汇总

(1) 6家实验室分别对浊度为4.0 NTU、20NTU和40 NTU的统一标准溶液进行了测定。

6家实验室的精密度验证结果见表2-2。

表2-2 精密度标准溶液测试数据汇总表

编号	标准溶液1 (4.0 NTU)			标准溶液2 (20.0 NTU)			标准溶液3 (40.0 NTU)		
	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)
1	3.99	0.067	1.7	20.2	0.70*	3.4	40.2	0.75	1.9
2	3.91	0.023	0.6	20.0	0.15	0.7	39.81	0.12	0.3
	3.91	0.044	1.1	21.3	0.37	1.7	40.0	0.44	1.1
3	3.77	0.13	3.4	18.7	0.12	0.6	37.3	0.12	0.3
4	4.20	0.019	0.4	20.9	0.098	0.5	41.6	0.16	0.4
	3.84	0.15*	3.9	21.3	0.29	1.4	39.7	0.79*	2.0
5	4.02	0.051	1.3	20.1	0.14	0.70	40.2	0.38	0.95
6	3.98	0.071	1.8	19.4	0.064	0.33	38.40	0.33	0.87
\bar{x} (NTU)	3.95			20.2			39.7		
S' (NTU)	0.13			0.91			1.29		
RSD' (%)	3.3			4.5			3.3		
重复性限 r (NTU)	0.23			0.53			1.28		
再现性限 R (NTU)	0.42			2.8			3.8		

注：编号1实验室标准溶液2测试数据标准偏差 S_i ，柯克伦检验为统计离群值，在计算重复性限 r 、再现性限 R 时剔除。编号4实验室标准溶液1、标准溶液3测试数据标准偏差 S_i ，柯克伦检验为偏离方差，在计算重复性限 r 、再现性限 R 时保留。

(2) 6家实验室分别对浊度约为27 NTU的印染废水样品进行了测定。2018年8月对地表水样品和海水样品进行了精密度验证的补充实验。6家实验室的精密度验证结果见表2-3。

表2-3 精密度实际样品测试数据汇总表

编号	污水样品			地表水样品			海水样品		
	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)
1	25.5	0.84	3.3	57.8	4.2	7.3	64.0	1.2	1.9
2	26.3	0.19	0.72	58.0	0.9	1.6	69.8	1.8	2.6
3	25.3	0.35	1.4	67.6	0.8	1.2	79.6	1.1	1.4
4	25.6	0.89	3.5	51.2	0.2	0.4	69.8	1.3	1.9
5	31.4*	0.57	1.8	67.1	1.0	1.5	81.5	1.2	1.5
6	27.5*	1.11	4	70.6	1.9	2.7	81.8	2.0	2.4

编号	污水样品			地表水样品			海水样品		
	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	S_i (NTU)	RSD_i (%)
\bar{x} (NTU)	26.9			62.1			74.4		
S' (NTU)	2.3			7.5			7.5		
RSD' (%)	8.7			12			10		
重复性限 r (NTU)	2.0			5.6			4.1		
再现性限 R (NTU)	6.8			22			21		

注：编号 5、6 实验室污水样品测定值，格拉布斯检验为偏离均值，在计算重复性限 r 、再现性限 R 时保留。

结论：对低、中、高三个不同浓度标准溶液在六个实验室内进行测定，实验室间相对标准偏差为 3.3%、4.5%和 3.3%；重复性限分别为 0.23 NTU、0.53 NTU 和 1.28 NTU，再现性限分别为 0.42NTU、2.8 NTU 和 3.8NTU。6 家实验室对浊度约为 27 NTU 污水样品、62 NTU 地表水、74NTU 海水的统一样品进行了平行六次测定，实验室内相对标准偏差范围分别为 0.72%~4.0%、0.40%~7.3%、1.4%~2.6%；实验室间相对标准偏差分别为 8.7%、12%、10%；重复性限分别为 2.0 NTU、5.6NTU、4.1NTU；再现性限分别为 6.8 NTU、22NTU、21NTU。

2.3 方法准确度数据汇总

6家实验室对浊度为5.0 NTU±0.50 NTU、10 NTU±1.00 NTU和25 NTU±2.5 NTU有证标准样品进行了测定，6家实验室的准确度验证结果见附表2-4。

表2-4 有证标准样品测试数据汇总表

实验室号	5.0±0.50 NTU有证标准样品		10±1.0NTU有证标准样品		25±2.5 NTU有证标准样品	
	\bar{x}_i (NTU)	RE_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	RE_i (%)	\bar{x}_i (NTU)	RE_i (%)
1	5.00	0.7	10.1	1.0	25	0
2	5.18	3.6	10.3	3.0	24.8	-0.9
	4.96	-0.7	10.2	2.0	25.6	2.3
3	5.00	-0.07	9.69	-3.1	23.6	-5.6
4	5.12	2.4	9.60	-4.0	24.4	-2.4
	4.89	-2.2	10.0	0.3	25.6	2.3
5	5.02	0.4	10.0	0.4	25.2	0.8
6	5.00	0.03	10.0	0.1	24.9	-0.3
\overline{RE} (%)	0.5		-0.04		-0.5	
$S_{\overline{RE}}$ (%)	1.8		2.4		2.6	

结论：6家验证实验室对浊度为5.0±0.50 NTU、10±1.0 NTU、25±2.5 NTU有证标准样

品进行了测定，相对误差为-2.2%~2.4%，-4.0%~3.0%，-5.6%~2.3%。相对误差最终值为（0.5%±3.6%，-0.04%±4.8%，-0.5%±5.2%）。

3 方法验证结论

3.1 方法的检出限、测定下限确定

6家实验室验证结果以测量数据的最高值为该方法的检出限和测定下限。

方法检出限：0.3 NTU，测量范围0.3 NTU~40 NTU

3.2 方法精密度

6家实验室对低、中、高三种浓度标准溶液进行了测定，实验室间相对标准偏差不大于4.5%，重复性限最大值为1.28 NTU，再现性限最大值为3.8NTU。

6家实验室对浊度约为27 NTU 印染废水、62 NTU 地表水、74NTU 海水的统一样品进行了平行六次测定，实验室内相对标准偏差范围分别为0.7%~4.0%、0.4%~7.3%、1.4%~2.6%；实验室间相对标准偏差分别为8.7%、12%、10%；重复性限分别为2.0 NTU、5.6NTU、4.1NTU；再现性限分别为6.8 NTU、22NTU、21NTU。

3.3 方法准确度

6家实验室对浊度为5.0 NTU±0.50 NTU、10 NTU±1.0 NTU和25 NTU±2.5 NTU的标准样品进行了测定，相对误差最终值为0.4%±3.6%，-0.1%±4.8%，-0.5%±5.2%。

验证结果表明，本方法各项特性指标均达到预期要求。