

纯净水中微塑料和不溶性微粒颗粒计数分布报告

作者：李立志、王国栋、普洛帝 单位：普洛帝服务中心

近日普洛帝服务中心受某家单位对市场上的各类纯净水进行微塑料和不溶性微粒颗粒进行检测，使用 PMF-2806-0PC 等设备进行跟踪性监测，发现市场上的产品参差不齐。现对纯净水中微塑料和不溶性微粒颗粒计数分布报告如下：

一、纯净水水质现状：

2007 年 7 月 1 日，标准委和卫生部联合发布《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）强制性标准和 13 项生活饮用水卫生检验标准，2009 年 10 月 1 日，《饮用天然矿泉水》（GB8537-2008）也正式实施。



根据原卫生部《关于印发 2010 年食品安全国家标准清理整顿工作
方案的通知》（卫办监督发〔2010〕106 号），浙江省卫生监督所、中
国饮料工业协会、国家饮用水产品质量监督检验中心、舟山市卫生监督

所等承担《食品安全国家标准包装饮用水》起草组工作。

起草组分析了国内外包装饮用水相关标准及安全指标要求，在《瓶（桶）装饮用水卫生标准》（GB 19298-2003）及《瓶（桶）装饮用纯净水卫生标准》（GB 17324-2003）的基础上，整合修订形成了《食品安全国家标准包装饮用水》（GB 19298-2014）。该标准由国家卫生计生委于2014年12月24日批准发布，自2015年5月24日起实施，标准中对包装饮用水的标签标识要求自2016年1月1日起实施。

本标准适用于直接饮用的包装饮用水，即：密封于符合食品安全标准和相关规定的包装容器中，可供直接饮用的水，不适用于饮用天然矿泉水。天然矿泉水将另行修订《食品安全国家标准饮用天然矿泉水》（GB 8537）。

纯净水指的是不含杂质的 H_2O ，简称净水或纯水，是纯洁、干净，不含有杂质或细菌的水，如有机污染物、无机盐、任何添加剂和各类杂质，是以符合生活饮用水卫生标准的水为原水。通过电渗析器法、离子交换器法、反渗透法、蒸馏法及其他适当的加工方法制得而成，密封于容器内，且不含任何添加物，无色透明，可直接饮用。市场上出售的太空水，蒸馏水均为纯净水。

包装饮用水的名称应当真实、科学，不得以水以外的一种或若干种成分来命名包装饮用水。包装饮用水的标签标识应符合《食品安全国家标准预包装食品包装通则》（GB 7718）的规定，应清晰、醒目、持久，使消费者购买时易于辨认和识读。包装饮用水的产品名称不得标注“活化水”、“小分子团水”、“功能水”、“能量水”以及其他不科学的

内容。原有的“山泉水”“天然水”“纳滤水”“矿物质水”均为不规范名称。

此外，包装饮用水新标准中规定的“当包装饮用水添加食品添加剂时，应在产品名称的临近位置标示‘添加食品添加剂用于调节口味’等类似字样”，明确所添加的物质在包装饮用水中的真正作用也是国际通行的做法，获得国际食品添加剂法典委员会的讨论通过。

GB19304-2018《食品安全国家标准包装饮用水生产卫生规范》于2018年6月21日由中华人民共和国国家卫生健康委员会与国家市场监督管理总局联合发布，代替GB19304-2003《定制包装饮用水企业生产卫生规范》和GB16330-1996《饮用天然矿泉水厂卫生规范》，于2019年6月21日正式实施。



本标准与GB19304-2003和GB16330-1996相比，主要有以下几个方面：

—标准名称修改为“食品安全国家标准 包装饮用水生产卫生规范”；

—按照 GB14881 调整了标准结构；

—修改了范围；

—修改了术语和定义；

—修改了生产用源水的水质检测要求；

—修改了水源的卫生防护要求；

—增加了源水采集卫生要求；

—修改了厂房和车间、设施和设备要求；

—增加了生产过程食品安全控制要求

—增加了附录 A “包装饮用水加工过程的微生物监控程序指南”。

接下来我们就以新标准的主要变化等情况进行详细介绍，以供大家参考。

本标准规定了包装饮用水的生产用源水水质监测、水源卫生防护、源水采集，以及生产过程中加工、包装、贮存和运输等环节的场所、设施、设备、人员的基本要求和准则。

本标准适用于饮用天然矿泉水、饮用纯净水、其它饮用水。

二、水质检测检测项目：

水质指标由 35 项增加至 106 项，其中：

微生物检测指标由 2 项增至 6 项，增加了大肠埃希氏菌、耐热大肠菌群、贾第鞭毛虫和隐孢子虫；修订了总大肠菌群；

饮用水消毒剂由 1 项增至 4 项，增加了一氯胺、臭氧、二氧化氯；

毒理指标中无机化合物由 10 项增至 21 项，增加了溴酸盐、亚氯酸盐、氯酸盐、锑、钡、铍、硼、钼、镍、铊、氯化氰；并修订了砷、镉、铅、硝酸盐；

毒理指标中有机化合物由 5 项增至 53 项，增加：

甲醛、三卤甲烷、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、三溴甲烷、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、环氧氯丙烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯丁二烯、二氯乙酸、三氯乙酸、三氯乙醛、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯乙烯、2,4,6-三氯酚、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、三氯苯、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、丙烯酰胺、微囊藻毒素-LR、灭草松、百菌清、溴氰菊酯、乐果、2,4-滴、七氯、六氯苯、林丹、马拉硫磷、对硫磷、甲基对硫磷、五氯酚、莠去津、呋喃丹、毒死蜱、敌敌畏、草甘膦；修订了四氯化碳；

感官性状和一般理化指标由 15 项增至 20 项，增加：

耗氧量、氨氮、硫化物、钠、铝；修订了浑浊度；

放射性指标中修订了总 α 放射性。

三、纯净水中微塑料之谜：

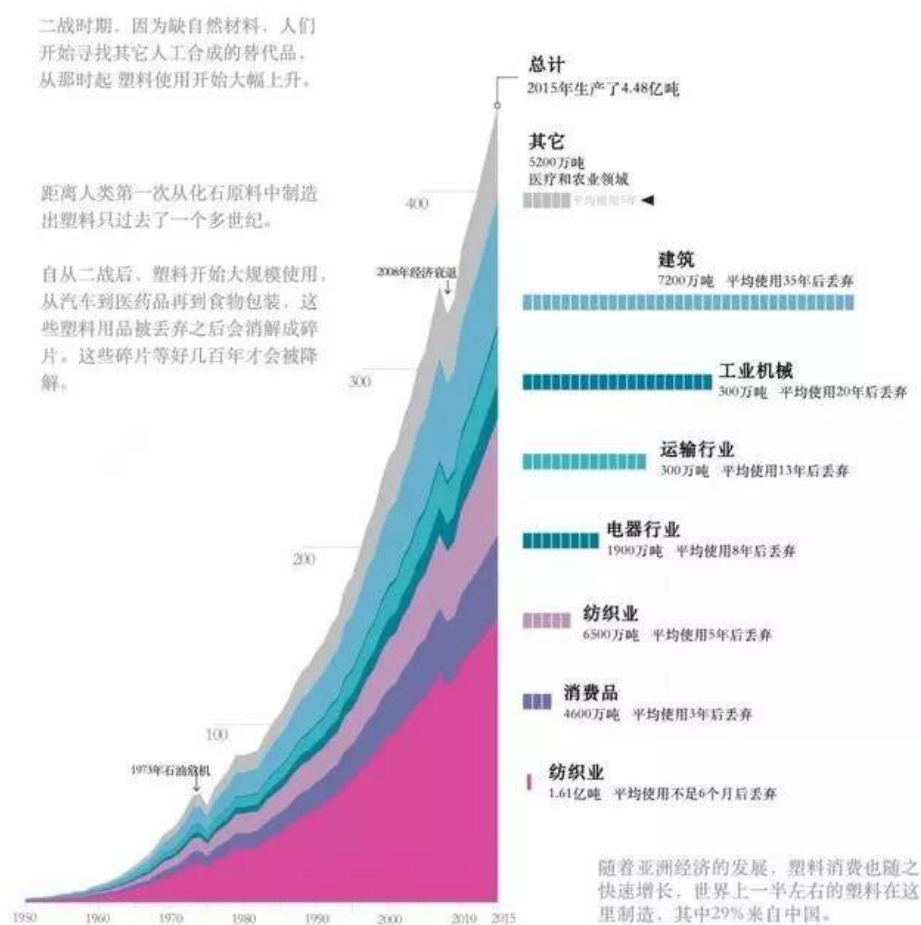
半个多世纪来，全世界的塑料产量呈爆炸式增长，从 1950 年的 230 万吨到 1993 年的 1.62 亿吨，再到 2015 年的 4.48 亿吨。

根据 2016 年 10 月发表在《科学报告》(Scientific Reports)上的一项研究，在 1985 年首次使用的时候，尼罗红(Nile red)在蓝色绿色波长下，通过一个橙色滤光镜来吸附塑料和荧光，这使得科学家能够区分塑料颗粒和沉积物。

研究人员随后将水过滤到 1.5 微米(0.0015 毫米)，这是一个“比人类红细胞还小”的区域，并通过一个名为“星系计数”的应用程序计算出被捕获的荧光粒子。根据该报告，分子分析发现，在测试的水中，每 1 升水中含有的聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、尼龙和聚丙烯等颗粒的含量最高可达 10000 粒。

2017 年发表在《科学进展》杂志上的一项研究称，截至 2015 年，约有 63 亿吨塑料沦为废弃物，其中仅约 9% 被回收，12% 被焚烧，79% 被填埋或继续在自然环境中积累。

1950年 -- 2015年的塑料使用情况



自 2004 年 Thompson 在 Science 发表“Lost at the sea: Where is all the plastic”以

来，海洋塑料污染受到环境学家越来越多的关注。

其被定义为：直径小于 **5 微米**的塑料纤维、颗粒或者薄膜。它们也被科学家形象地比作海洋中的“**PM2.5**”。

微塑料——在科学上还缺乏严格定义，但常指直径小于 **5 毫米**的塑料颗粒，不仅出现在全球海洋、河流等自然水体中，还出现在动物体内、饮用水中，甚至可进入大气循环。

澳大利亚纽卡斯尔大学一项新研究显示，塑料污染已侵入到人类体内。全球人均每周仅通过饮用水就会摄入 1796 个塑料微粒，按重量算这些塑料微粒约为 5 克，等同于一张信用卡所用的塑料。

据外媒报道，根据一份新的报告，微小的塑料颗粒往往太小而无法看到。从世界各地的制造商抽取的瓶装水里却发现充满了微型塑料颗粒。

对来自 11 个瓶装水品牌的 250 瓶瓶装水的测试显示，93%的样品中含有微量塑料，平均每 1 公升的水含有 325 个塑料颗粒微粒。

研究还显示，人类摄入微塑料的最大来源是饮用水，世界范围内的瓶装水、自来水、地表和地下水都含有微塑料。

世界卫生组织 8 月 22 日发布一份名为《饮用水中的微塑料》的分析报告。报告指出，人体不大可能吸收粒径大于 150 微米的微塑料，估计对较小颗粒的吸收也有限，但对纳米颗粒等极小塑料微粒的吸收率可能较高，这方面数据目前还极其有限。

世卫组织呼吁深入研究微塑料对人类健康的潜在影响，比如，开发检测水中微塑料的标准方法，以进一步确定淡水中塑料微粒的来源，以

及不同处理方法的效果。

四、纯净水中的不溶性微粒：

纯净水指的是不含杂质的 H_2O ，简称净水或纯水，是纯洁、干净，不含有杂质或细菌的水，如有机污染物、无机盐、任何添加剂和各类杂质，是以符合生活饮用水卫生标准的水为原水。通过电渗析器法、离子交换器法、反渗透法、蒸馏法及其他适当的加工方法制得而成，密封于容器内，且不含任何添加物，无色透明，可直接饮用。

不溶性微粒（英文名：Sub-visible Particle/Particulate matter）与可见异物（Visible Particle）相对应，意指不溶于水和有机溶剂，非代谢性的，肉眼所看不见的颗粒物。

纯净水中颗粒的引入有很多原因，原料进入、生产过程中引入、包装物引入……等等。

五、微塑料的检测方法：

从上纯净水中回收微塑料并过滤或筛分。在使用染料标记或不使用染料标记的显微镜计数进行量化之前，浓缩物可以目视分类，但这两种方法都不能明确地确认颗粒是塑料。

有四种不同的方法可用于确定塑料颗粒的化学成分和尺寸：光谱法、热分析法、化学法和颗粒计数法。下面简要介绍这些方法。有关这些方法的更多信息，包括与检测级别和检测粒子尺寸的能力和限制，请参见 Braun 等人。（2018 年）。

通过比较聚合物的吸收光谱、发射光谱和参考光谱，用光谱方法确定聚合物的特殊化学结构。傅里叶变换红外光谱（FTIR）是一种成熟的、

相对快速和可靠的光谱方法，当与显微镜结合时，可以识别约 10-20 微米的颗粒。但是，如果不去除生物膜，则会干扰检测

重点介绍颗粒计数法：

来自英国普洛帝分析测试集团的 PLD-0203 和 PMF-0PC 两款设备分别设计了微塑料检测工艺和方法。

首先确认微塑料检测范围和检测工艺。

该两款设备检测范围为 $0.1\ \mu\text{m}\sim 3\text{mm}$ ，各科研机构可结合实际研究选择合适的测量范围；

目前应用最多的是 $1\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m}$ 的检测范围，也是最容易在纯净水中发现的颗粒；

检测工艺首先要求 PLD-0203 和 PMF-2801-0PC 两款设备的溯源性，设备溯源是检测数据准确有效的保证性工作，本次研究的溯源为美国 NIST，如 $1\ \mu\text{m}$ 的溯源验证 $0.996\ \mu\text{m}$ 。

检测工艺其次测试粒径 $1\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m}$ 进行 $0.1\ \mu\text{m}$ 的分度值，设定为颗粒计数、颗粒体积分布、颗粒计数分布等模式。

检测结果能有效准确的输出颗粒的数量和分布趋势，为各科研、生产纯净水单位提供有效的依据。

通过对纯净水中的颗粒化学物质的检测来判断颗粒中的微塑料的数量和分布。

微型塑料 FTIR 还需要昂贵的仪器，许多实验室没有。显微技术结合拉曼光谱可以识别 1-20 微米范围内的颗粒。但是，它可能会受到干扰，速度可能很慢，而且还需要昂贵的仪器。

采用热分析方法，在惰性条件下对样品进行热分解，从而分析单个聚合物的特定分解产物。与光谱法相比，这些方法往往需要更大的粒子质量。热解气相色谱/质谱（GC/MS）可以提供添加剂和聚合物的信息，如果样品足够大，可以鉴定纳米塑料颗粒的聚合物组成。

传统的化学方法，如电感耦合等离子体质谱法，可以用来分解样品和检测聚合物或元素的特定片段。同样，这些要求更大的粒子质量（Braun 等人，2018）。

软件包通常用于标记和光谱研究，以识别和计数粒子，并通过与库光谱的比较来表征粒子。

六、不溶性微粒的检测方法：

不溶性微粒是外来物质，粒径一般在 $0.1\text{--}50\text{ }\mu\text{m}$ 之间，肉眼难以看见，主要包括钙、硅等无机微粒，或是炭黑、纤维、细菌、霉菌、芽孢和结晶体、玻璃屑，以及塑料微粒、橡胶微粒等，是由药品生产、储存、运输和临床使用等过程的污染，以及药物配伍时的物理或化学性质变化而产生，其粒径超过一定大小，或数量超过一定限度，就不能在体内被代谢，会对人体产生一些危害，如形成肉芽肿、产生局部组织栓塞坏死、静脉炎、肿瘤或肿瘤样反应，严重时甚至还可引起反应危及生命，因此有必要对其进行检查并严格控制。

不溶性微粒主要采用两种方法：光阻法和显微计数法。由于仪器分析的相对性和对仪器校正的复杂性，当光阻法测定结果不符合规定或供试品不适于用光阻法测定时，应采用显微计数法进行测定，并以显微计数法的测定结果作为判定依据。

目前针对纯净水中不溶性微粒的检测主要使用激光颗粒计数法，现对激光计数法描述如下：

使用的研究性检测设备有 PLD-601 不溶性微粒检查仪、PMF-2801-OPC 纯净水厂在线多模颗粒监测系统和 PMT-2 移动式颗粒计数器。

英国普洛帝设计了符合各国不同行业的不溶性微粒检测方法和工艺，有效的可以进行多方比对。

详细检测方案请向普洛帝服务中心索取！

七、市场上纯净水颗粒数比对：

近期普洛帝服务中心针对市场上的纯净水做了采样分析和统计：

采集品牌 23 个；

采集同品牌同生产厂不同批次 5 个以上；

采集同品牌同生产厂同批次样品量 3 个以上；

根据检测工艺设定后得出如下数据：

7.1、同品牌同批次

品牌	批次	频次	1 微米	2 微米	3 微米	5 微米
***	2019102	RUN1	略	略	略	略
	3126 略	RUN2	略	略	略	略
		RUN3	略	略	略	略
		略	略	略	略	略

检测工艺：采样量略 ml，连续循环搅拌检测略分钟，检测速度：20ml/min，

间隔检测：30 秒

7.2、同品牌不同批次

品牌	批次	频次	1 微米	2 微米	3 微米	5 微米
***	2019102 3126 略	RUN1	略	略	略	略
	2019102 3126 略	RUN2	略	略	略	略
	2019102 3126 略	RUN3	略	略	略	略
	2019102 3126 略	略	略	略	略	略

检测工艺：采样量略 ml，连续循环搅拌检测略分钟，检测速度：

20ml/min，间隔检测：30 秒

略

普洛帝服务中心

纯净水中微塑料和不溶性微粒颗粒计数分布研究组

本报告完成与 2019 年 11 月 20 日

