

什么是超纯水？

超纯水 (UPW) 是已净化至高规格水平的水。作为标准，水只包含 H_2O ，以及平衡数量的 H^+ 和 OH^- 离子。它的电阻率为 $18.2\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ ， $TOC < 10\text{ ppb}$ ，细菌计数 $<10\text{ CFU/ml}$ 。要被归类为超纯水，水必须不含任何可检测到的内毒素。这种纯度水平使其成为实验室工作的完美试剂。

为什么要担心实验室用水中的杂质？

超纯水，也称为 1 类水，达到理论理想的纯度水平，电阻率为 $18.2\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ ， $TOC < 10\text{ ppb}$ ，细菌计数 $<10\text{ CFU/ml}$ 。内毒素也被去除，因此超纯水通常含有 $<0.03\text{ EU/ml}$ ，核酸酶和蛋白酶处于不可检测水平。

超纯水是许多高灵敏度科学应用（如 HPLC、LC-MS、GC-MS、GFAAS、PCR 和哺乳动物细胞培养以及临床分析仪）中必不可少的关键试剂。

超纯水有什么用？

UPW 最常用于半导体和制药行业，尽管它是实验室任何工作的理想解决方案。其纯化水平使其适用于高度敏感的应用。

使用 UPW 的应用包括：

- 高性能液相色谱法 (HPLC)
- 液相色谱- 质谱 (LC-MS)
- 气相色谱 - 质谱 (GC-MS)
- 石墨炉原子吸收光谱 (GFAAS)
- 聚合酶链反应 (PCR)
- 免疫化学 (ICC)
- 哺乳动物细胞培养
- 临床分析仪
- 痕量分析

水中的杂质

所有实验室用水最初都来自饮用水供应，然而，这种水可能含有许多溶液或悬浮液物质，这些物质会影响和扭曲科学数据。

微粒

天然水将包含悬浮物，包括硬颗粒（沙子、岩石、淤泥和管道碎片）、软颗粒（植物碎片）和胶体颗粒（有机或无机）。

纯化水中可能含有哪些颗粒？

大多数微粒将是细菌和细菌降解产物，以及来自水净化系统内离子交换树脂和其他有机材料的“细粒”。

微粒从何而来？

如果安装了反渗透 (RO) 膜或一系列过滤器，则进水中的任何颗粒都会被过滤掉。水系统中的大多数颗粒来自生物膜和那些由离子交换 (IX) 树脂、其他介质、管道和配件脱落的颗粒。

微粒会影响哪些应用？

微粒会在任何带有细管、过滤器、雾化器、泵、LC 色谱柱和检测器的系统中积聚并造成堵塞，从而导致许多技术出现问题，包括 HPLC、ICP-MS、IC、ICP-OES、LC-MS 和临床分析仪。

如何监测颗粒物？

没有足够快速或足够灵敏的在线监测纯净水中的颗粒物的方法。通常的方法是在水净化系统内提供足够的过滤，以防止颗粒物到达产品水中，并确保细菌数量保持在低水平，以最大限度地减少生物膜的积聚。实际上，很少测量纯净水中的颗粒物。

哪些级别很重要？

杂质的的重要性取决于应用。对于大多数应用，0.2µm 过滤足以去除其他来源的细菌和微粒。0.1 或 0.05µm 过滤可用于提供额外的安全性。

如何去除水中的微粒？

进水中超过 99% 的颗粒可以通过高阻隔反渗透膜去除。随后的储水池由排气过滤保护。通过选择高质量的物品和初始清洁，从组件中释放的微粒被最小化。特别是，具有低细粒的高纯度 IX 树脂是必不可少的。细菌的任何进一步生长都受到通过双波长紫外线室的再循环的限制。这会将水暴露在 185 纳米的紫外线辐射下，从而将残留的有机物氧化成可通过离子交换去除的电离物质树脂和杀菌 254nm 紫外线，可最大限度地减少细菌的积聚和降解产物的释放。净化水的定期再循环对于尽量减少细菌生物膜的积聚至关重要。 Over 99% of particulates in the feed-water can be removed by high-rejection reverse osmosis membranes. A subsequent storage reservoir is protected by vent-filtration. Particulate release from components is minimised by selection of high quality items and initial cleaning. In particular, high purity IX resins with low fines are essential. Any further growth of bacteria is limited by recirculation through a dual-wavelength ultraviolet chamber. This exposes the water to 185nm UV radiation which oxidises residual organics to ionised species that can be removed by ion-exchange

有机化合物

在水中发现的有机杂质通常是生物来源的；植物材料的腐烂产生副产品，如腐殖酸和富里酸、单宁和木质素。

纯净水中可能含有哪些有机杂质？

纯净水中最常见的有机杂质是进水中更常见的低分子量有机物的残留物、离子交换树脂上附着力较弱的有机物以及从水净化系统内浸出或由系统内细菌产生的化合物。已发现实际存在的化合物变化很大。

有机杂质从何而来？

有机化合物通常以 1000 至 3000ppb C（TOC – 见下文）存在于用于供应水净化系统的给水中。水净化系统主要由塑料制成，以避免被金属污染。如果不使用合适的原始材料，它们会释放单体、脱模剂等。有机物也可以从纯化系统内的离子交换 (IX) 和其他介质中释放出来。如果没有有效去除，来自任何或所有这些来源的有机物将带入产品纯净水中。

有机杂质会影响哪些应用？

显然，待测化合物在水中的存在将直接影响分析结果的准确性。其他具有重叠色谱峰或同位素质量数的化合物也会分别干扰 [HPLC](#) 和 [LC-MS](#) 分析。较高浓度的难溶性物质会导致这些技术的喷雾特性下降，并会降低 HPLC 中色谱柱和检测器的性能。杂质也会影响电离并在 ICP-MS 和 LC-MS 中形成多原子离子。

如何监测有机杂质？

监测纯净水中总有机杂质的唯一在线方法是测量其总可氧化碳含量 (TOC)。有机物被氧化（通常通过短波长紫外线）并监测变化。ELGA 在线 TOC 监测器测量水的电阻率变化，以非常快速地确定 TOC。可以检测到低至 1ppb 的水平。更详细或灵敏的分析只能通过例如 HPLC、LC-MS 或 GC-MS 的离线分析来实现。

哪些级别很重要？

杂质的重要性取决于应用。对于超痕量分析，即使是极低 (ppb) 水平的有机物也会产生显着干扰。建议 TOC 小于 5ppb。对于不太敏感的分析，更高的 TOC 水平是可以接受的 - <10 或 <50ppb。由于历史原因，药典规定 <500ppb，但许多实验室的工作标准要严格得多。

如何去除有机杂质？

为了在有机杂质方面达到最高水平的纯度，需要使用多种技术。通常，所有高分子量有机物（例如腐殖酸和富里酸）都通过高阻隔反渗透 (RO)膜去除。RO 被推荐用于最高纯度，但对于某些给水，使用活性炭等吸收介质是一种替代方法。

随后的储水池受到可吸收挥发性有机化合物的排气过滤的保护。剩余的有机物可以通过双波长紫外线室再循环去除。这将水暴露在 185 纳米紫外线辐射下，将残留的有机物氧化成电离物种，离子交换树脂和杀菌 254 纳米紫外线可最大限度地减少细菌的积聚和有机降解产物的释放。始终使用最纯净、高效的混床树脂，以最大限度地减少有机物释放。双离子交换包，在包之间和产品水中设置电阻率监测 - 确保在第二包变得低于 100% 有效之前更换第一个包。这保证了即使是弱保留的有机离子也能达到并保持在最低水平。Twin ion-exchange packs with resistivity monitoring both between the packs and in the product water – makes sure that the first pack is replaced before there is any chance of the second pack becoming less than 100% effective. This guarantees that the minimum levels of even weakly retained organic ions are achieved and maintained.

微生物和细菌

细菌是污染天然水体的主要微生物。

纯净水中可能存在哪些微生物和细菌？

纯净水中的细菌是进水中细菌的残留物，以及由净水系统内的生物膜释放的细菌。最常见的是机会性革兰氏阴性非发酵杆菌，如假单胞菌、黄杆菌和不动杆菌；它们在自然界中很常见。它们在水处理系统中的存在表明能够适应营养浓度低的环境和大范围的温度。

微生物和细菌从何而来？

一些微生物和细菌存在于用于供应水净化系统的给水中，尽管之前的处理（氯、臭氧等）会将它们降低到非常低的水平。由于游离氯会随着时间的推移损坏反渗透 (RO) 膜，因此通常在净化过程的第一阶段通过预处理（通常是活性炭）去除任何氯。不幸的是，这会使细菌在 RO 膜上和之后的水中生长。

微生物和细菌会影响哪些应用？

细菌及其降解副产物（如内毒素）会干扰许多生物过程，包括 PCR、临床分析和测试。它们提供了可抑制或增强结果的生物活性材料的替代来源。细菌还可以形成生物膜，在泵、LC 色谱柱、检测器和管道中积聚并导致堵塞，从而导致许多技术（包括 HPLC 和 LC-MS）出现问题。

如何监测微生物和细菌？

没有足够快速或足够灵敏的在线监测纯化水中细菌的方法。通常的程序是取样并在过滤器上收集任何细菌，然后在对形成的菌落进行计数之前将其在培养基（如 RA2 琼脂）上培养数天。结果值是总活菌数 (TVC)。由于在使用水时不知道细菌计数，因此必须确保水净化系统的设计能够最大限度地减少细菌积聚，并定期对系统进行离线监测。

哪些级别很重要？

杂质的重要性取决于应用。对于高度敏感的工作，需要 1CFU/mL 或更低的细菌 TVC。对于不太敏感的分析，更高的 TVC 水平是可以接受的 - <10 或 <50。药典的指导方针是 <100CFU/mL，但许多实验室的工作标准要严格得多。

如何去除微生物和细菌？

通常通过高排斥反渗透膜去除细菌。后续的储水池由具有 0.2μm 过滤器的排气过滤器保护。细菌的任何进一步生长都受到通过双波长紫外线室的再循环的限制。这会将水暴露在 185 纳米紫外线辐射下，从而氧化残留的生物分子，然后通过离子交换树脂和杀菌 254 纳米紫外线将其去除，从而最大限度地减少细菌的积聚和生物活性产品的释放。净化水的定期再循环对于尽量减少细菌生物膜的积聚至关重要。在小型系统中通常不使用连续再循环，以尽量减少可能导致生物活性增加的温度升高。

无机化合物

水中的主要杂质是无机化合物。

纯化水中可能含有哪些无机杂质？

纯净水中最常见的无机杂质是进水中更常见的离子（钠、钙、铁、镁、氯化物、硫酸盐、硝酸盐）的残留物，以及在离子交换树脂上吸附力较弱的离子（硅酸盐和硼酸盐）。通常也会存在碳酸氢根离子，这是由于大气中的 CO_2 在暴露于环境中时溶解在产物水中而产生的。

无机杂质从何而来？

无机离子是用于供应水净化系统的给水中最丰富的杂质。如果不能有效去除，这些物质会带入产品纯净水中。当介质 IX 容量用完时，它们也可以从纯化系统内的离子交换 (IX) 介质中释放出来。

无机杂质影响哪些应用？

显然，含有待测元素的杂质的存在将直接影响元素分析结果的准确性。其他具有重叠光谱发射或同位素质量的元素/化合物也会分别干扰 ICP-OES 和 ICP-MS 分析。较高浓度的难溶性物质会导致这些技术和 AAS 的喷雾特性下降，并会降低 HPLC 中的色谱柱和检测器的性能。杂质离子也会影响电离并在 ICP-MS 和 LC-MS 中形成多原子离子。

如何监测无机杂质？

监测纯净水中离子杂质的通用方法是测量其电导率/电阻率。 $18.2 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 的电阻率对于杂质含量最低的超纯水是必不可少的，但由于水会轻微电离成氢和氢氧根离子，即使是 $18.2 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 电阻率的水，也可能存在 ppb 级的杂质离子。只有通过定期进行特定分析（尤其是 ICP-MS）或使用可确保去除痕量离子的水净化系统设计，才能确保不存在痕量离子。

哪些级别很重要？

杂质的重要性取决于应用。对于超痕量分析，即使非常低（亚 ppb）水平的无机离子也会产生显着干扰。电阻率为 $18.2 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 的 1+ 型水是必不可少的。对于不太敏感的分析，更高的杂质水平是可以接受的（2+ 或 2 型，电阻率分别为 10 或 $1 \text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ ）。

如何去除无机杂质？

通常超过 95% 的离子被高排斥反渗透膜去除。后续的储存水库通过去除 CO₂ 的排气过滤进行保护。剩余的离子通过离子交换柱的再循环被去除。全程使用最纯净、高效的混床树脂。双离子交换包，在包之间和产品水中都具有电阻率监测 - 确保在第二个包变得低于 100% 有效之前更换净化包。这保证了达到和保持最低水平的杂质离子。IX 容量也最大化。

溶解气体

天然水和饮用水与空气处于平衡状态，因此会含有溶解的气体，如氮气、氧气和二氧化碳。

纯净水中可能存在哪些气体？

溶解在纯净水中的主要气体是氧气和氮气、二氧化碳以及微量的惰性气体，所有这些气体都与环境空气处于平衡状态。精确水平将取决于温度、压力和位置，但通常在 25°C 时，它将包含 13 ppm 氮气、8 ppm 氧气和 0.05 ppm 氩气。二氧化碳通过净化系统内的离子交换被去除，但一旦水暴露在环境空气中就会被重新吸收。

气体从哪里来？

溶解的氧气和氮气以及惰性气体将直接通过反渗透膜、紫外线、微过滤器和超滤器、离子交换树脂和电去离子 (EDI) 装置，并且不使用任何净化介质的容量。大多数水净化系统都没有添加去除它们的技术。这是因为这些气体的 ppm 水平不会对大多数应用产生显着干扰，并且大多数纯净水在传输和使用过程中会与大气接触，从而允许重新溶解去除的任何气体。因此，纯净水含有与进水相似的这些气体含量。二氧化碳可以以相对高的浓度存在，也来自进水，但通过离子交换去除，通常不会以相同的程度重新溶解到净化水中。

气体会影响哪些应用？

氧气和氮气会在压力或温度发生重大变化的系统中形成气泡，例如 HPLC，它们会阻塞或部分阻塞泵、细管、过滤器、雾化器和 LC 色谱柱和检测器，导致包括 HPLC 在内的许多技术出现问题、ICP-MS、IC、ICP-OES、LC-MS 和临床分析仪。二氧化碳会影响水的 pH 值和电阻率，并可能在某些分析仪的检测器中引起错误信号。

如何监测气体？

可在线监测溶解氧。二氧化碳会降低水的电阻率。如果电阻率接近 **18.2MΩ.cm**，二氧化碳浓度将非常低。

哪些级别很重要？

杂质的重要性取决于应用。对于大多数应用，溶解氧和氮几乎没有影响。对于它们影响的那些，脱气技术在分析设备内进行，通常通过真空脱气或用氮气吹扫。

如何去除气体？

进水中的二氧化碳被阴离子交换树脂去除，在那里它被吸收为碳酸氢根和碳酸根离子。还提供可选的脱气机组件；可以安装这些装置以处理含有高浓度 **CO₂** 的给水。

实验室应用

- 原子吸收光谱
- 细胞和组织培养
- 临床生化
- 电化学
- 气相色谱法
- 一般实验室用水要求
- 免疫化学
- 液相色谱
- 质谱
- 微生物学
- 分子生物学
- 分光光度法

原子吸收光谱 **AAS** 用于什么？

AAS 通常用于环境科学、食品和饮料、化学和制药行业中各种样品类型的痕量金属分析，用于杂质或污染监测和质量控制，以及原材料的快速评估。它还用于临床环境中分析生物体液，例如血液和尿液。

为什么要使用 AAS？

AAS 的主要优点是它相对便宜且易于使用，同时仍然提供高通量、固体或液体金属含量的定量分析。这使其适用于广泛的应用。

AAS 的类型

火焰原子吸收光谱 (FAAS)

石墨炉原子吸收光谱 (GFAAS)

水对 AAS 有何影响？

AAS 技术的高灵敏度意味着重要的是用于制备空白、标准和样品的水不含可能影响结果准确性和可靠性的污染物。对于 GFAAS 尤其如此，它的检测限为亚 ppb 级，因此分析工作流程中使用的所有水都必须不含任何可能干扰结果的元素或化合物。

水中哪些类型的污染物会影响 AAS 结果？

水中存在的 AAS 干扰的主要来源是微粒、金属离子、细菌和有机物。

1. 微粒

用于 AAS 的样品或标准品中存在的颗粒会导致雾化系统堵塞，阻止样品溶液有效且可重复地喷入火焰中。颗粒物的这种堵塞或堆积会导致漂移和灵敏度降低。

2. 金属离子

AAS 的高灵敏度意味着用于制备样品、空白或标准的水中存在的任何金属离子都可能在分析过程中产生干扰。显然，任何被测金属都必须不存在，但其他金属也会增加背景噪音，降低该技术的整体灵敏度。考虑用于样品制备的任何实验室器具可能受到污染也很重要，因为常见的实验室洗涤剂可能含有钠盐或镁盐。

3. 细菌

用于样品和标准品制备的水中存在的细菌会导致雾化系统堵塞，类似于颗粒物。此外，雾化过程中这些细菌的分解会导致金属离子的释放，这可能会干扰分析。

4. 有机物

一些大的有机分子会导致雾化器表面的碎屑堆积，降低其效率。其他有机物可能含有复杂的金属离子，也会影响雾化效率。

AAS 的水测量要求是什么？

AAS 所需的水纯度取决于所使用的技术。由于该方法的灵敏度非常高，因此 GFAAS 需要 I 型水。II 型水通常被认为足以用于 FAAS，其中检测限通常在 ppm 到 ppb 范围内。

方法	电阻率 (MΩ.cm)*	总有机 碳 (ppb)	过滤器 (微米)	细菌 (CFU/ml)	内毒素 (EU/ml)	核酸酶	水质等 级
FAAS	>5	<500	<0.2	<10	不适用	不适用	II
GFAAS	18.2	<10	<0.2	<1	不适用	不适用	I

细胞和组织培养

细胞培养是细胞在受控条件下生长的过程，通常在其自然环境之外。从活组织中分离出感兴趣的细胞后，它们可以随后在仔细控制的条件下维持。

细胞培养如何工作？

细胞培养涉及在专门为所选细胞类型选择的培养基中培养细胞，无论是悬浮培养还是贴壁（单层）培养。通常，培养基将包含化合物，例如氨基酸、葡萄糖、维生素、无机盐和脂质。它们还可能含有动物血清、生长因子、激素、抗生素和抗氧化剂。有几种类型的培养基可供选择，包括基于血清的、无血清的、无动物的、无蛋白质的和化学成分确定的选项，它们可能补充有其他成分，例如小牛血清。然后在培养箱中培养细胞，以确保维持最佳的细胞生长条件，例如温度、氧气和二氧化碳含量。

培养的细胞需要持续的营养供应以维持健康生长，因此必须定期补充培养基。此外，贴壁细胞系在达到汇合（即可用表面积被完全覆盖的点）后需要进行继代培养，以实现持续生长。在培养基更换和传代培养过程中，防止对培养物的任何污染，无论是化学的还是生物的，都是至关重要的。

细胞培养有什么用？

细胞培养在研究、生物生产和诊断方面有许多应用。动物、植物和细菌细胞培养物通常用于研究生物过程和遗传学，以及生产生物衍生分子，包括疫苗、蛋白质、酶、抗体和激素。例如，在药物发现和开发中，哺乳动物细胞培养物为疾病研究提供模型，允许目标识别和验证。它们还用于基于细胞的高通量筛选试验，以测试潜在新药的功效和安全性。在临床环境中，细胞培养技术通常用于确定导致传染病的生物体，并确定最有效的抗菌剂来治疗它。

为什么要使用细胞培养技术？

细胞培养技术是细胞和分子生物学中极其重要的工具。它们为研究人员提供了出色的模型系统，用于研究细胞的正常生理和生物化学、药物和有毒化合物的作用以及诱变和致癌作用。

水对细胞培养有什么影响？

受污染的培养物和细胞死亡是一个主要问题，会对下游实验产生负面影响。水用于细胞培养过程的许多步骤——它是缓冲液和培养基的主要成分，可用于溶解添加剂和药物。使用纯净水对于成功的实验结果至关重要，因为培养物会受到污染微生物、生物活性细胞碎片和副产物以及有机和无机化合物的不利影响。

水中哪些类型的污染物会影响细胞培养结果？

影响细胞培养技术性能的主要杂质类型是细菌、内毒素、有机化合物和离子污染物。

1. 细菌

细菌在典型的细胞培养条件下会茁壮成长，并且可以迅速长出感兴趣的细胞，导致营养水平下降和有毒副产物增加。细菌污染还会导致培养基 pH 值的突然变化和以前纯培养物的污染。

2. 内毒素 大多数革兰氏阴性菌会释放内毒素。这些内毒素影响各种细胞类型，甚至那些缺乏 CD14 内毒素受体的细胞类型，并刺激巨噬细胞和单核吞噬细胞释放多种促炎细胞因子。由此产生的不利影响包括细胞生长和功能的变化、重组蛋白的产生以及克隆效率的降低。

3. 有机化合物

水中常见的小有机化合物——如腐殖酸、单宁、杀虫剂和内分泌干扰物——会影响细胞发育。它们为细菌生长提供了不受控制的营养来源，应从用于制备细胞培养材料的水中去除。

4. 离子

离子污染物，特别是多价离子和重金属，必须保持在低水平。众所周知，重金属（例如汞和铅）对一系列细胞类型具有细胞毒性。

细胞培养的水分测量要求是什么？

为您的应用使用正确的水类型至关重要。用于哺乳动物细胞培养的水通常需要无热原的 I 型超纯水，但 II+ 型水适用于敏感性较低的细菌细胞培养。应使用 I 型水制备培养基和缓冲液，以确保细胞有效不含细菌、酵母和病毒污染物。

应用	电阻率 (MΩ.cm)*	总有机碳 (ppb)	过滤器 (微米)	细菌 (CFU/ml)	内毒素 (EU/ml)	核酸酶	水贸易
细菌细胞培养	>1	<50	<0.2	<1	不适用	不适用	II+ 型
哺乳动物细胞培养	>18	<10	<0.2	<1	<0.002	没有检测到	第一类
植物组织培养	>18	<10	<0.2	<1	<0.002	没有检测到	第一类
组织学	>1	<50	<0.2	<1	不适用	不适用	II+ 型
水培	>1	<50	<0.2	<1	不适用	不适用	II+ 型

临床生化

临床生物化学涉及对体液和组织进行的各种体外化学和生化测试的方法学 and 解释，以支持疾病的诊断、治疗和监测。

临床生化如何工作？

大多数临床生物化学实验室使用大型全自动分析仪提供两种不同类型的诊断测试——临床化学和免疫分析。这些仪器要么手动加载，要么以机械方式装入患者样本管——通常是全血或血清，但也包括痰、尿液或粪便——提供端到端的处理和分析，无需进一步的用户交互。大多数临床化学测试依赖于比色法或离子选择性电极技术，而免疫分析将抗体或酶标识别元件与基于荧光或发光的读数相结合，以检测各种复杂的生物标志物。这些不同的检测类型和检测技术可以在单独的专用仪器上进行，也可以在单个大容量平台上进行组合，取决于检测组合和通量要求。

临床生物化学有什么用途？

在医院进行的所有病理学检测中，临床生物化学占很大比例，以帮助诊断和护理患者。根据患者的临床表现和病史，有大量不同的生物标志物需要进行常规检测。这些范围从检查肝或肾功能的简单测试，或确定滥用药物的存在，到着眼于激素失衡或治疗药物功效的复杂时间进程研究。

为什么要使用临床生物化学？

检测患者体液中是否存在特定生物标志物有助于对其病情做出明确诊断，并提供任何治疗有效性的指标。

临床生化如何工作？

大多数临床生物化学实验室使用大型全自动分析仪提供两种不同类型的诊断测试——临床化学和免疫分析。这些仪器要么手动加载，要么以机械方式装入患者样本管——通常是全血或血清，但也包括痰、尿液或粪便——提供端到端的处理和分析，无需进一步的用户交互。大多数临床化学测试依赖于比色法或离子选择性电极技术，而免疫分析将抗体或酶标识别元件与基于荧光或发光的读数相结合，以检测各种复杂的生物标志物。这些不同的检测类型和检测技术可以在单独的专用仪器上进行，也可以在单个大容量平台上进行组合，取决于检测组合和通量要求。

临床生物化学有什么用途？

在医院进行的所有病理学检测中，临床生物化学占很大比例，以帮助诊断和护理患者。根据患者的临床表现和病史，有大量不同的生物标志物需要进行常规检测。这些范围从检查肝或肾功能的简单测试，或确定滥用药物的存在，到着眼于激素失衡或治疗药物功效的复杂时间进程研究。

为什么要使用临床生物化学？

检测患者体液中是否存在特定生物标志物有助于对其病情做出明确诊断，并提供任何治疗有效性的指标。

水对临床生化有何影响？

由于临床生物化学以检测液体或悬浮液为基础，因此从稀释试剂、样品和清洁剂到清洗反应容器和样品探针，几乎样品处理的每个步骤都需要高质量的水。水质差会干扰测试本身——导致错误或误导结果——并影响分析仪的一般操作，增加发生故障的可能性。

水中哪些类型的污染物会影响临床生化结果？

影响临床生化分析仪性能的杂质主要有颗粒物、离子、细菌和细菌副产物、有机物等。

1. 微粒

由于所用样品和试剂的体积非常小，在移液操作过程中存在颗粒会导致加入反应容器的试剂和/或样品体积不一致，从而降低测定的特异性和灵敏度。此外，微粒可能会增加反应混合物的不透明度，导致灵敏度进一步降低。

不溶性或低溶解性颗粒也会影响分析仪的操作，通过阻塞用于液体转移的毛细管，并导致在液体连接和边界处形成沉积物或结垢，促进细菌生长和生物膜的形成。

2. 离子

离子污染会导致各种问题，影响化学测试和免疫测定的性能。例如，洗涤水中的离子会导致交叉污染/残留，而稀释剂或标准品中的离子会影响试剂的稳定性，导致随时间推移而漂移并降低准确性。此类污染导致的低电阻率还可能导致需要更频繁的校准，从而导致试剂消耗和浪费过多，从而增加了测试时间和成本。

3. 细菌和细菌副产品

分析仪供水中细菌的存在会以多种方式影响整体仪器性能和分析结果。与颗粒物类似，它们会导致整个流体路径堵塞或沉积，从而降低液体传输的准确性和清洗系统的效率。检测性能也可能受到细菌生长的影响，细菌生长会增加反应混合物的不透明度——降低灵敏度——并降低样品和试剂的稳定性。同样，一些细菌副产物会直接干扰测定化学或结合。例如，铜绿假单胞菌等细菌释放的荧光素染料会导致校准过程中出现高空白和超出范围的标准，以及假阳性结果。

4. 有机物

多种有机化合物会直接或间接干扰测定性能和检测。干扰的确切机制和程度因污染物、分析物和检测方法而异，导致结果不可预测和不一致。例如，羧酸可以通过与活性位点结合并与辅助因子金属络合来干扰酶活性和免疫测定。其他有机物可能通过不同的机制抑制酶，并影响荧光检测。

临床生化对水的纯度要求是什么？

为避免上述与水污染相关的各种问题，美国病理学家学会 (CAP)——负责美国临床实验室认证的国际公认机构——建议用于实验室测试的任何应用的所有水都应符合 CLSI 规定的最低临床实验室试剂水 (CLRW) 标准。此外，仪器给水必须符合仪器制造商的规格——这可能比 CLRW 标准更严格——以确保准确和可重复的结果。

CLRW/CLSI 规格：

Sensitivity Required	Resistivity (MΩ.cm)*	TOC (ppb)	Filter (μm)	Bacteria (CFU/ml)	Endotoxins (EU/ml)	Nucleases	Water Grade
CLRW/CLSI	>10	<500	<0.2	<1	NA	NA	I

>10 MΩ.cm 的 CLRW 电阻率规范将离子杂质的浓度限制在 ppb 级或更低，并要求消除二氧化碳。这对于大多数临床工作来说已经足够了，但是，当需要测定微量元素时，电阻率需要高得多 - 为 18.2 MΩ.cm。 同样，CLRW 依靠过滤来去除颗粒物，但指定的 0.2 μm 过滤器可能并不总是适合现代临床分析中使用的非常低的液体体积。

CLRW 中 <500 ppb 的 TOC 规格反映了早期标准，但仍可能导致存在多种有机化合物，例如羧酸和多环芳烃，这可能会危及小体积分析。细菌污染也会对分析仪操作的各个方面产生严重影响，需要始终保持低水平的污染以避免生物膜形成和持续出现的问题。

因此，必须验证用于临床生物化学的水供应是否适合用途，并且 CLSI 强调需要对水系统参数进行严格的趋势分析，以确保达到和保持水的纯度。

电化学

实验室中使用的电化学技术范围从伏安法、极谱法和电位法到扫描电化学显微镜和电致化学发光。

电化学是研究作为可测量量的电与化学变化之间关系的化学分支。实验室使用的电化学分析技术主要有经典电位法、库仑法、伏安法和极谱法。最近出现了许多使用电信号或相关效应的其他技术，例如扫描电化学显微镜和电致化学发光。

电化学如何工作？

在电位法、库仑法、伏安法和极谱法中，建立一个电池并根据它们的电极电位检测电活性物质。基本技术有许多变体。

在**电位计**中，测量放置在样品溶液中的一对电极之间的电极电位差。这用于监测滴定或作为浓度的直接测量，例如使用离子选择性电极 (ISE)。

离子选择性电极是根据溶解在溶液中的离子的活性产生电势的膜电极。可以使用 pH 计或电压计测量电位。pH 电极是最常用的 ISE。它包括一个对溶液中 H^+ 浓度敏感的玻璃薄膜。酶电极使用覆盖 ISE 的特殊膜；酶与特定物质发生反应，ISE 检测该反应的产物。

在**库仑法**中，电解反应过程中转化的物质量是通过测量消耗或产生的电量（以库仑为单位）来确定的。

在**伏安法**中，施加到工作电极上的电势会发生变化，并记录产生的电流。氧化和还原物种之间的电子转移发生在电极/溶液界面处每种分析物的特定电位下。通过分析（剥离）之前使用电解步骤将感兴

趣的痕量组分浓缩到电极上，可以大大提高灵敏度。工作电极通常是由金或汞薄膜覆盖的玻璃碳。在极谱法中使用汞滴。

还可以使用各种使用电信号或相关效应的其他技术，例如扫描电化学显微镜 (SECM) 和电致化学发光 (ECL)。SECM 是一种更广泛的扫描探针显微镜 (SPM) 技术，用于以非常高的分辨率测量界面的局部电化学行为。SECM 用于微细加工、表面图案化和微结构化。

在 ECL 中，电化学产生的中间体产生电子激发态，然后在弛豫到较低能级时发光。它已广泛应用于生物相关应用的传感器中，例如基于 Ru 标记抗体的免疫测定、用于 PCR 的 Ru 标记 DNA 探针等，用于草酸盐和有机胺检测的基于 NADH 或 H₂O₂ 生成的生物传感器。ECL 在商业上广泛用于许多临床实验室应用。

什么是电化学？

基于电化学的分析技术用于测量溶液中电活性物质的浓度。这些包括许多阳离子，例如汞、镍、钴、铁和砷、阴离子和带有 ISE 的阳离子、药物化合物（例如阿司匹林和咖啡因）以及能够进行氧化反应的神经化学物质。这些包括神经递质，如血清素和儿茶酚胺（如肾上腺素、去甲肾上腺素和多巴胺）。

为什么要使用电化学？

电化学技术的优势在于其成本适中、灵敏度高、适用于复杂基质（如海水）中的直接物种测量，以及它们为直接物种形成提供的范围，如 As(III) 和 As(V) 和 Se(IV)、硒代胱氨酸和二甲基二硒。

水纯度对电化学有什么影响？

纯水在电化学分析中广泛用于标准、空白和样品的制备以及清洗池。水中存在的任何电活性物质都会干扰分析。显然，分析越灵敏，水的纯度就越重要。

水中哪些类型的污染物会影响电化学结果？

水中影响电化学的主要杂质是电活性物质，这些物质可能是有机的或无机的。

1. 有机化合物

用于电化学的任何水中有机化合物的存在都会导致许多问题。这些包括干扰电极表面的反应和产生替代的电信号。

2. 离子

水中的离子也会引起重叠信号并与被测物质相互作用，从而改变其电特性和获得的结果。

3.细菌和微粒

随着时间的推移，细菌和微粒会积聚并导致漂移和部件降解。细菌也会产生干扰性的电活性降解产物。

电化学对水的纯度要求是什么？

所需的水纯度取决于应用的敏感性。对于一般分析，II 类水就足够了，但对于敏感工作，极低水平的杂质是必不可少的。电阻率 >18 MΩ.cm 和低于 10ppb 的 TOC 值非常适合最敏感的应用。

灵敏度	电阻率 (MΩ.cm)	总有机碳 (ppb)	过滤器（微米）	细菌 (CFU/mL)	内毒素	核酸酶	水质等级
一般的	>5	<50	<0.2	<10	不适用	不适用	II/II+型
高的	>18	<10	<0.2	<1	<0.03	不适用	超纯 I 型

气相色谱法

气相色谱法是用于分离和测定各种化合物的最灵敏和最常用的分析技术之一。

什么是气相色谱法？

气相色谱 (GC) 是分离和分析挥发性 (VOC) 或半挥发性有机化合物 (SVOC) 混合物的最灵敏且应用最广泛的技术之一。

气相色谱质谱联用 (GC-MS)

当气相色谱与质谱联用时，其威力大大增强。分离的组分可以通过质谱检测器 (GC-MS) 进行分析，以获得最大的灵敏度和选择性。

GC-MS 如何工作？

在 GC 中，压力下的惰性气体流过惰性管（柱）。柱子本身或惰性填料涂有低挥发性液体。将样品注入色谱柱前的气体中。当它穿过色谱柱时，样品中的每个组分到达色谱柱末端所花费的时间取决于它与气相和液相的相互作用。这取决于化合物的性质，可用于分离非常相似化合物的混合物。分离后，当化合物从色谱柱中出现时，可以通过一系列非选择性和选择性检测器（包括质谱仪）进行测量。

气相色谱有什么用？

气相色谱法是迄今为止用于定量测定混合物中一种或多种挥发性成分的最常用技术。可以测量在室温至 300 °C 范围内稳定且具有显著蒸气压的化合物。如果它们不是挥发性的，通常可以通过衍生化等方式将这些成分转化为更易挥发的形式。

GC-MS 用于什么？

GC-MS 的优势在于它可以提供组分的选择性检测，减少了对组分进行色谱完全分离的需要。它还可以提供额外的结构和分子量信息以帮助识别。

GC 是分析挥发性有机化合物（VOC 和 SVOC）材料时的首选技术。其优点包括定量速度快、易于量化，并且可以在相当大的范围内改变操作条件（柱长和材料、液相和温度），从而实现强大的分离能力。它也可以相对便宜。

GC-MS 具有高灵敏度和选择性。它是分析挥发性化合物复杂混合物的首选技术，可用于识别未知物并获得痕量/微量组分的定量数据。GC 和 MS 的组合提供了大量信息来帮助化合物鉴定。

气相色谱的类型

气相色谱仪的多功能性导致了适用于不同应用的各种仪器。GC 色谱柱通常是很长的经过处理的不锈钢或石英管，内部涂有液相。柱温是一个关键因素，通常是可控的。除了直接注入液体样品外，替代方法还包括从吸收管中解吸和顶空分析。

GC-MS 的类型

有多种不同的检测器可供选择。质谱 (MS) 是最强大和灵活的；大多数 MS 检测器是低分辨率四极杆装置，但高分辨率质谱仪提供了明确识别的范围。广泛使用的检测器包括用于大多数高灵敏度应用的火焰电离 (FID) 和用于含氯和含溴化合物的电子捕获 (ECD)。

为什么水纯度对 GC 和 GC-MS 很重要

尽管 GC 和 GC-MS 通常不会使用太多的纯净水，但仍有许多涉及水样分析的应用。这些将需要水用于样品预处理，例如固相萃取、试剂空白和标准品的制备或玻璃器皿的冲洗。由于这些是极其敏感的技术，所用水的质量至关重要。用于制备样品的水中存在的有机化合物可能会增加背景噪音并产生额外或扩大的峰，对灵敏度和选择性可能产生严重影响。具有自动选择峰和背景位置的现代软件对由于污染导致的背景意外变化特别敏感。

水中可能影响 GC 和 GC-MS 结果的污染物类型

水中影响 GC 和 GC-MS 的主要杂质是有机化合物，其次是离子、细菌和颗粒。

1. 离子

尽管 GC 和 GC-MS 受无机离子的直接影响较小，但系统组件可能会受到污染。更一般地说，使用具有高电阻率值的水是确保其他净化技术有效性的必要步骤。

2. 有机化合物

用于痕量 GC 和 GC-MS 的所有水中的有机化合物含量非常低是必不可少的。低于 2ppb 的 TOC 值对于最敏感的应用来说是非常理想的。

3. 微粒和细菌

随着时间的推移，微粒和细菌也会降解色谱柱和其他组件。细菌也可以与一些被测量的化合物发生反应，它们也可以产生可能干扰的副产物。

GC 和 GC-MS 的水纯度要求是什么？

最小的有机污染是必不可少的。

方法	灵敏度	电阻率 (MΩ.cm)	总有机碳 (ppb)	过滤器 (微米)	细菌 (CFU/mL)	内毒素	核酸酶	水质等级
GC	一般的	>5	<50	<0.2	<10	不适用	不适用	II+型
GC	高的	>18.0	<2	<0.2	<1	不适用	不适用	超纯 I+ 型
气相色谱-质谱联用	高的	>18.0	<2	<0.2	<1	不适用	不适用	超纯 I+ 型

一般实验室用水

纯化水在化学和生化实验室中有非常广泛的用途，从玻璃器皿清洗到高压釜灌装。与饮用水相比，它提供了更一致、污染更少的试剂，从而提高了重现性。

几乎所有的化学、分析和生化实验室都使用纯净水来执行实验室有效运行所需的许多常规背景程序。一般实验室用水涵盖了这些角色中使用的水。

一般实验室用水是做什么用的？

纯净水的主要用途是清洗玻璃器皿。这可能需要根据需求快速交付相对较大的数量。加热浴是净化水的另一个常见要求。微生物实验室需要用水来补充高压釜，而蒸汽产生用于灭菌和洁净室加湿。蒸馏器和超纯水抛光机也受益于纯净水供给。用于非痕量工作的试剂和标准品的常规制备，以及通用化学和物理测试，如 pH 值，进一步适用于一般实验室用水。

在受控实验室中，用于某些应用的一般实验室用水的纯度可能由监管机构设定。

为什么要使用普通实验室用水？

一般实验室用水用于需要去除饮用水中大部分杂质的水。通常，这种水将包含亚 ppm 水平的离子和有机杂质。使用这种水可以避免与使用饮用水相关的可变性、污染和停机时间，但可以最大限度地降低与生产更高纯度水相关的成本。方法论还可以为某些操作指定某些等级的水。

水的纯度对一般实验室用水有什么影响？

通常，所进行的分析越灵敏，用于分析以及辅助作用（例如水浴、加湿，尤其是玻璃器皿清洗）的水的纯度就越重要。冲洗水中的杂质过多会降低实验室工作的各个方面，其原因可能难以追踪。

一般实验室用水中的哪些类型的污染物会影响结果？

所有类型的杂质都会影响一般实验室用水。

1. 有机化合物

用于一般实验室工作的任何水中存在有机化合物都会导致许多问题。

2. 离子

无机离子是饮用水中含量最多的杂质，可以通过多种方式进行干扰。例如，盐，尤其是硬度，会在设备和管道中形成沉积物，从而降低加热器的效率

3. 细菌和微粒

随着时间的推移，细菌和微粒会在设备内积聚并导致漂移和部件降解。细菌也可以不断地产生干扰降解产物。这可能是一个特别的问题，因为纯度较低的水含有更多的细菌生长营养。

一般实验室用水的水纯度要求是什么？

对于大多数实验室应用，II/II+ 型水就足够了，如下表所示。对于高度敏感的工作，即使是玻璃器皿清洗和样品制备，也首选 I 型水。

应用	灵敏度要求	电阻率 (MΩ.cm)	总有机碳 (ppb)	过滤器（微米）	细菌 (CFU/mL)	内毒素	核酸酶	水质等级
玻璃器皿清洗	一般的	>1	<50	<0.2	<10	不适用	不适用	II/II+型
蒸汽发生	一般的	>1	<50	<0.2	<10	不适用	不适用	II/II+型
饲料到剧照	低的	>0.05	<500	不适用	不适用	不适用	不适用	III型
进料至纯水系统	低的	>0.05	<50	不适用	不适用	不适用	不适用	III型
	一般的	>1	<10	<0.2	<10	不适用	不适用	II/II+型
样品和试剂制备。	一般的	>1	<50	<0.2	<10	不适用	不适用	II/II+型

Type 1 Water (Ultrapure Water)

Type I grade water, also known as Ultrapure Water, is the purest form of water to be produced. It's used for the most critical applications and advanced analytical procedures.

This includes:

- Cell and Tissue Cultures
- Liquid Chromatography, including High Performance Liquid Chromatography (HPLC)
- Gas Chromatography
- Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)
- Molecular Biology

Type I can also be used in applications that require Type II water. This is quite a common practice that can help to avoid the generation of by-products during applications.

Type 2 Water

Type II water grade doesn't have the same pureness of Type I, but still maintains high levels of purity. It is a good feed water for clinical analyzers as the calcium build-up is reduced with this water type.

It can also be used in applications such as:

- General Lab Practices
- Microbiological Analysis and preparation
- Electrochemistry
- FAAS
- General Spectrophotometry

It can also be used as feed water for Type I water production.

Type 3 Water (RO Water)

Type III grade water, also known as RO water, is water produced through the purification technology reverse osmosis. Of all the pure water types it has the lowest level of purity, but is typically the starting point for basic lab applications, such as cleaning glassware, heating baths or media preparation. It can also be used as a feed water for Type I water production.

International Organization for Standardization (ISO)

The ISO based its specification on ISO 3696:1987, and specifies three grades of water: Grade 1, Grade 2 and Grade 3, where Grade 1 is the most pure (see below):

Water quality parameters for ISO grades

Parameter	Grade 1	Grade 2	Grade 3
pH value at 25°C	–	–	5.0–7.0
Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$) at 25°C, max	0.1	1.0	5.0
Oxidisable matter Oxygen content (mg/l), max	–	0.08	0.4
Absorbance at 254 nm and 1 cm optical path length, absorbance units, max.	0.001	0.01	–
Residue after evaporation on heating at 110°C (mg/kg), max	–	1	2
Silica (SiO_2) content (mg/l), max	0.01	0.02	–

American Society for Testing and Materials (ASTM)

The ASTM uses D1193-06 and has four grades of water (see table below).

Water quality parameters for ASTM types

Parameter	Type I*	Type II**	Type III***	Type IV
Conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$) at 25°C, max	0.056	1.0	0.25	5.0
Resistivity ($\text{M}\Omega\text{-cm}$) at 25°C, max	18.0	1.0	4.0	0.2
pH at 25°C	–	–	–	5.0–8.0
TOC ($\mu\text{g}/\text{l}$), max	50	50	200	No limit
Sodium ($\mu\text{g}/\text{l}$), max	1	5	10	50
Silica ($\mu\text{g}/\text{l}$), max	3	3	500	No limit
Chloride ($\mu\text{g}/\text{l}$), max	1	5	10	50

*Requires use of 0.2 μm membrane filter; **Prepared by distillation; ***Requires the use of 0.45 μm membrane filter.

