超纯水, 工业给水, 给水系统 **精, 设计**

超纯水制备系统设计

②

25-26

范懋功

TUPP1.41

超纯水的两大用户是制药工业和电子工业, 水质要求如下:

制药工业

项目	要求
pH	5.0-7.0
氯化物, mg/L	≤0.5
硫酸盐, mg/L	≤1.0
氨, mg/L	≤0.1
钙, mg/L	≤1.0
二氧化碳, mg/L	≤5.0
重金属, mg/Lus 铜计	≤0.1
可氧化物质	通过药典高锰酸钾试验
总固体, mg/L	≤10
细菌总数 cfu/mL	≤100
热源	无

注: cfu(COLONNY FORMING UNIT)菌落形成单位。

电子工业(E-1级)

项目	要求
电阻率, MΩ·cm	约 18(95%时间, 不低于 17.0)
SiO ₂ (总), 最大, μg/L	5
每 mL 颗粒数	1
颗粒大小极限, μm	0.10
能生存的细菌数, 最大, cfu/L	1
锌, 最大, μg/L	0.5
铜, 最大, μg/L	1
镍, 最大, μg/L	0.1
钠, 最大, μg/L	0.5
钾, 最大, μg/L	2
氯化物, 最大, μg/L	1
硝酸盐, 最大, μg/L	1
磷酸盐, 最大, μg/L	1
硫酸盐, 最大, μg/L	1
TOC, 最大, μg/L	2.5
内毒素	0.03EU(当量单位)

超纯水中应除去的杂质有: 无机离子, 有机物, 悬浮物, 铁和锰, 微生物, 热源等。

纯水制备系统的原水一般用城市给水,

有些系统用井水或自备水源水。原水要求达到饮用水标准。纯水制备分了步, 即预处理、基本处理和用水点处理。根据原水水质确定预处理单元。基本处理单元一般包括离子交换和反渗透。用水点处理的目的是把经基本处理单元后的纯水在实际使用前进行精处理。

半导体厂用纯水制备流程:

原水 → 砂滤 → 碳滤 → 微滤 → 高压泵 → 反渗透 → 脱气 → 水箱 → 紫外 → 混床 → 水箱 → 紫外 → 精混床 → 微滤 → 紫外 → 超滤 → 用水点

制药厂用纯水制备流程:

原水 → 加氯 → 砂滤 → 炭滤 → 紫外 → 泵 → 复床离子交换 → 混床 → 微滤 → 紫外 → 微滤 → 热水箱(通入蒸气) → 泵 → 用水点

预处理单元 通常包括氯化、除铁除锰, 凝集沉淀过滤、活性炭处理和软化。

氯化 为了减少原水中的微生物, 通常加氯作为杀生物剂。当用城市给水作为原水时, 如余氯量不够, 也要加氯。

澄清 当原水浊度、悬浮物和有机物浓度较高时要澄清。

除颗粒过滤器 多介质过滤器比砂滤器能更有效地去除颗粒。由于余氯的存在, 在滤料中不会生长细菌, 但在运行 2-3 年后常发现有藻类和粘泥生长。

铁锰 原水中有铁锰时, 在凝集过程中能被除去。氯对铁锰也是一种强氧化剂, 能使铁锰在双层滤料(无烟煤和绿砂)中被除

去。

炭滤 活性炭能除去原水中的余氯和有机物。除氯所需的接触时间要比有机物短。除氯是化学吸附过程,有机物去除过程是氧化物质和活性炭表面之间的牢固结合现象。活性炭不能去除原水中的全部有机物,因此每隔3—6个月更换一次活性炭。纯水制备系统中不愿意使用活性炭过滤器的原因是在炭床底部生长大量细菌。由于氯在炭层顶部已被除去,细菌就能在温暖、黑暗、潮湿的炭层底部生长。虽然反冲洗能降低微生物量,但在每次反冲洗后还测出大量细菌。活性炭可用80℃左右的热热水消毒,在这种情况下炭过滤器村里应耐同温。

软水器 软水器通常用作反渗透的预处理,除去那些形成污垢的离子如钙、镁和微量的多价阳离子。通常原水经活性炭除去余氯后进入软水器,在树脂层中存在着微生物增殖的倾向。软水器不像复床离子交换那样是用酸碱再生能杀死细菌,它用盐溶液再生,没有杀菌能力。暴露于空气中的盐水箱中也会增殖细菌,盐溶液也可能将杂质带入软水器。

基本处理单元,包括反渗透和离子交换。

反渗透 低压反渗透复合膜的发展使反渗透成为纯水制备的主要单元,复合膜具有卓越的抗细菌侵蚀的能力和具有极高的离子去除率。近几年来采用双通道反渗透(DOUBLE PASS RO)能制出高纯水。新的低压反渗透膜(纳滤 NANO—FILTRATION)能选择性地除去多价离子,它能代替软水器。反渗透易为原水中的溶解盐类,微生物和有机物所堵塞,膜被堵塞后通过的水量减少,需要增加原水的压力以维持同样的产水量。膜可用化学剂定时清洗。

离子交换 由于反渗透和膜技术的发展,离子交换在超纯水制备中的应用已受到限制。反渗透除了能除去溶解的离子外还能除去大量的有机物、胶体和细菌,要比离子交换具有更多的优点。在离子交换树脂层中易

生长细菌,复床由于pH值的变化,不易生长细菌,但混床由于产水pH为中性很可能生长细菌。离子交换的另一个不利点是要定期再生和间歇运行。超纯水制备系统中的离子交换柱会生长微生物,可通过备用柱出水连续循环来克服上述限制,但如果此循环系统设计不周,由于温度升高导致生长更多的细菌。再生剂的纯度要高,以避免影响纯水水质。

用水点处理 包括在线杀菌、膜过滤、贮水箱和配水管系统

在线紫外 一定波长的紫外线辐射(253.7nm)能杀菌,但实验发现会产生一种抗紫外的细菌,并能通过0.2 μ 的微滤器。在紫外消毒之前必须除去悬浮物质。更换紫外灯管时必须清洗石英套管。为了减少TOC值用185nm紫外灯能导致产生游离羟基。

膜过滤 在许多纯水系统中用0.2 μ 微滤器作最终膜过滤。但在0.2 μ 微滤器之后曾检出细菌,因此近代设计采用0.05 μ 或0.1 μ 膜过滤器,或改用超滤装置。

贮水箱 纯水系统纯水中的贮水箱令人担心,它是微生物生长的场所。水箱通常用不锈钢制作。在半导体厂纯水系统中的水箱充氮以保证水质。

配水管系 纯水配水管系的材质选择和环状管系的设计非常重要。设计时要考虑流速、管道布置、阀门选择和定期消毒的方法。由于超纯水具有腐蚀性,如果不准备用热水消毒管道,则用PVDF(聚偏二氟乙烯)管为宜。

制药厂和半导体厂的纯水制造系统的设计不同,制药厂主要关心细菌和微量有机物,但半导体厂则为电阻率、总有机碳、颗粒和胶体含量。

△作者通讯处:100011 北京市德外大街12号银燕环保设备工程有限公司