

# 探究自来水厂工艺优化与水质管理

文 / 苑 杨 大连德泰水务环境有限公司

**摘要:**随着我国经济与社会的快速发展,居民物质生活水平显著提升,对于城市供水的水质要求也更为严格,这就需要自来水厂通过净水工艺的科学调整与优化以提高水质管理质量,为广大居民提供符合国家规定的自来水资源,强化居民用水健康与安全保障。文章首先简述了自来水厂中原水所含杂质及饮用水质标准,随即分析了自来水厂净水工艺的优化措施,最后针对自来水厂水质管理策略展开相关研究,希望能够为我国市政供水工作质量的提升提供一定参考价值。

**关键词:** 自来水厂; 净水工艺; 优化措施; 水质管理策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.072

## 引言

众所周知,地球上约有70%的面积都是汪洋大海,水资源极为充沛,但是,世界可供人类使用的淡水资源在地球水资源整体中占比只有0.3%左右,这些水资源主要来自地下水、河流、湖泊以及降雨。在我国城市化建设工作中,需要通过自来水厂的建设来对水资源进行净化处理,并将净化达标后的水资源经供水管网提供给广大用户,满足其日常用水需求,一旦自来水厂所提供的自来水水质不够洁净,那么居民一旦使用或饮用,则容易威胁身体健康、引发相关疾病。基于此,为充分保证水源净化处理质量,自来水厂还需要做好净水工艺的科学调整与优化,同时结合自来水厂运行现状强化水质管理工作,实现自来水厂水质管理质量的持续提升,从而为广大用户提供更加优质、安全的用水体验。

## 一、原水中所含杂质与饮用标准

### (一) 原水杂质分析

结合近年来我国自来水厂的净水处理工作实际情况来看,原水当中所含的杂质主要包括以下内容:其一,悬浮物。原水中的悬浮物指的是微粒大于 $1\mu\text{m}$ 规格、且悬浮在水源中的物质,如矿物质废渣、泥沙颗粒、密度较小而体积较大的有机物<sup>[1]</sup>;其二,胶体颗粒。该类物质是指 $1\text{nm}$ - $1\text{mm}$ 粒径规格的物质,包括高分子材料、小粒径土颗粒以及细菌物质,能够沉在水中,可使水源变得浑浊,还可使水的颜色、气味、味道、细菌、病毒和原生动物的病原体穿过水。因此,在自来水厂进行净水处理的过程中,需要将上述各种原水杂质成分去除。除此之外,原水中还包含一些直径规格在 $1\text{nm}$ 范围内的溶解物质,包括无机溶解和有机溶解,与水形成均匀的状态<sup>[2]</sup>。透明的外观是特殊水处理的对象,但废水污染源溶解有机物是目前水处理人员试图去除的对象。

### (二) 饮用水标准分析

我国对于饮用水的具体标准有着明确的要求,除了

要保证水质中各类成分参数均完全符合国家规范标准之外,还需要保证自来水的口感等条件,使用户在饮用时能够清晰的感觉到清爽可口,且对身体健康无任何伤害。

## 二、自来水厂净水工艺的优化措施

### (一) 原水处理工艺的优化

自然界中的原水资源内蕴含着大量杂质,如矿物质、泥沙、腐殖物以及人类生活与生产垃圾等等,其中大颗粒状物质通常比较容易清理,而其中各细小物质、微生物等物质的处理难度则较大。因此,为了尽可能地强化原水的净化处理效果,自来水厂通常会结合原水洁净度来加入适量的矾,使其在原水中形成一定的正电荷作用于水中的细微颗粒,促使其聚合成为更大的颗粒团,便于沉淀以及过滤等净化处理,该工艺也被称之为“前加氯”,而此过程中向原水中加入的矾实际上就是氯化铝。该技术的主要作用在于促进原水中胶体颗粒以及悬浮物成分的凝聚,还能够将原水当中残留的藻类物质进行杀灭,避免藻类物质引发水源变质、异味等<sup>[3]</sup>。由于不同地区水源的水质情况存在明显差异,各地自来水厂可结合原水综合条件而进行原水处理工艺的科学调整,如“前加泥”或“前加碱”等。其中,“前加泥”技术的应用可使水的吸附能力变强从而促进净水剂发挥更大的功效。“前加碱”技术的应用则能够对水源的pH值进行合理调节。水源中的pH值是水质衡量标准的重要参数,同时也是对净水剂的效用产生干预的重要元素,如若原水偏酸性,那么加入净水剂后,其对各种杂质成分的混凝与沉淀效果则会受到阻碍,而此时在原水当中加入适量的碱性物质,如石灰等,则可以强化杂质沉淀效用,在净化原水的同时还可以起到平衡原水pH值的作用。原水处理是自来水厂进行水源净化处理的第一道工序,随着我国居民对于供水水质要求的提升,自来水厂也需要提高水质检测精度、以及杂质清除

效率，使原水的净化处理效果得以提升。

### （二）原水沉淀过滤工艺的优化

完成原水基础处理后，水中所含的大量杂质会凝聚成相对较大的颗粒物，经过沉淀池的沉淀，这些颗粒团会沉淀到池底，再经过处理水质就变得清澈透明了。完成沉淀处理后将水重新引流至过滤池进行过滤处理，进一步除去其中残留的杂质。为保证原水沉淀与过滤质量，工作人员需要定期对过滤池进行清理，将池底及壁部附着的杂质清理干净，避免其影响水源沉淀质量<sup>[4]</sup>。水源的沉淀过滤程序虽然较为简单，但是为保证水源净化质量，工作人员还需做好其中各处细节的优化，例如过滤后的泥水处理，需及时采用脱水等处理方式进行杂质与水分的分离，避免原水沉淀过滤所产生的泥水直接丢弃而造成大量水资源的浪费。

### （三）反冲洗工艺的优化

在对自来水厂过滤池展开反冲洗的过程中，水源的选择对于冲洗质量以及水源净化效果均有一定影响。目前来看最佳方案是直接回用过滤池的反冲洗废水对过滤池进行冲洗，但是前提条件是过滤池的反冲洗废水需要满足回用的条件和标准。另外的方案是可以采用沉淀池的上清液对过滤池进行反冲洗，同样也是需要上清液满足回用条件才可以实行。当反冲洗废水和上清液不能满足回用条件时，而脱水机又不能在当前条件对废水进行浓缩处理，此时需要将废水和泥水混在一起浓缩。但是反冲洗废水浓度较低，如果要使用脱水机进行脱水浓缩，需要进一步提高沉淀池排泥水的浓度。在常规条件下，当泥水的固体含量超过0.6%，浓缩后泥水浓度大于3%时，就满足了脱水机正常脱水浓缩的工作条件。在实际工艺中，自来水厂需要根据自身条件合理选择反冲洗的工艺，在最大限度保证水处理效果的情况下更大程度上节约了水资源<sup>[5]</sup>。

### （四）消毒工艺的优化

自来水的消毒工艺是通过氯化处理完成的，总共分为“前后加氯”两次处理。由于原水中存在大量的胶体微粒、细菌和病毒等微生物，所以原水普遍呈现水体混浊的状态。长期存在的这些杂质也会使原水变臭、变色，一些病毒细菌、病原体和疾病也会通过水来传播。所以，在处理原水时需要进行加氯消毒处理，杀灭水中的有害微生物。经过初加工净化工艺处理之后水质虽然看起来已经足够清澈，但是水中还是残存着一定的细菌和病毒，因此还需要对过滤水进行二次消毒处理，这就是“后加氯”的工艺。加氯消毒的主要原理是氯和水反应产生次氯酸，次氯酸通过氧化作用破坏细菌的酶系

统，从而导致细菌死亡。当然，消毒后的水还需要进行进一步的检测，自来水厂会根据检测的结果来决定是否需要采取进一步的消毒措施。

## 三、自来水厂水质管理策略分析

### （一）严控自来水质量监测工作

水质的污染具有显著的扩散性特点，一旦自来水厂进行水质净化的任何环节出现问题而导致净水不彻底或者水质污染问题，都将造成大面积供水区域的水质安全问题，所以一定要重点把控自来水的出厂检验工作，避免出厂时自来水残漏细菌及病毒，同时密切监测供水管网各节点的水质情况与管材是否出现腐蚀及结垢等问题，在管网关键节点及重要位置增设余氯仪以及水质浊度仪装置，借此实现对整个供水系统的水质监测，便于管理人员结合水质具体问题而及时展开对症处理，避免污染影响居民用水健康<sup>[6]</sup>。同时，通过在管网内装设监测装置也可以使管理人员直观地掌握管网实际运行情况，便于其进行供水参数、管网结构等的科学调整，做好自来水净化处理与供应的统筹安排，始终保证自来水净化质量与供应稳定。

### （二）做好供水系统的维护工作

自来水厂的供水系统随着投入使用时间的增加，会出现不同程度的管道及配件设施受损等情况，继而引发水质二次污染问题，同时还会诱发水源的渗漏而造成水资源的严重浪费，且对周边居民的正常生活造成不良影响<sup>[7]</sup>。因此，自来水厂管理人员需要定期对供水系统进行全面性的检查与维护，及时控制供水管网的漏损情况，提前处理管网漏损风险，如若发现受损严重情况则需向自来水厂管理层申请更换，始终保证供水系统实际运行质量，避免水质污染及水源浪费问题的滋生。另外，如若在工作人员的供水管网检查与维护过程中发现局部水质异常表现，则可结合实际情况考虑是否由于该区域用户的日常用水量相对较少，引发供水系统水循环不畅问题，继而导致供水系统内部出现局部“死水”，这部分流动性较差的“死水”区域长时间留存会滋生一些微生物和细菌等物质，继而是水质变黑、浑浊，造成水质污染，如若未能及时处理，那么还会造成管网内部水质污染面积的逐步扩大<sup>[8]</sup>。针对这种情况，自来水厂需要以管理制度的形式对供水系统局部水循环不畅的检查问题提出明确要求，保证供水维护工作能够全面落实到位，降低供水管网内部“死水”问题的发生率，从而避免水质污染及扩散问题的形成。对管网水质管理建立长效的管理机制也至关重要，同时还可以通过宣传教育的方式吸引更多用户投入到自来水水质监

测活动中,进一步提高水质问题的检出率,便于自来水厂供水工作的科学调整与优化,强化水质健康与安全保障。

### (三) 打造绿色化管理体系,降低水质污染风险

随着我国经济与社会发展水平的提高,环境污染问题日益突出,而水源污染作为生态环境污染的重要内容,在自来水厂净水与供水工作中采用绿色化管理体系有助于“绿色化供水机制”的建立。一方面,在自来水厂建设工作中可以“碳排放量”的变化来评价供水企业改造、建设、生产、运营等行为的“含绿量”,通过自来水厂净水机供水工艺的绿色化升级提高原水净化处理质量、降低供水污染风险,同时避免低效、无序操作<sup>[9]</sup>。另一方面,重点做好高质量供水管材及相关配件的选择与应用,保证供水系统的运行质量,避免锈蚀、腐蚀等问题的发生,从而防止供水过程中出现水质二次污染问题。

### (四) 加强对信息技术的应用,打造自来水厂智慧化管理体系

我国相关管理部门已经明确提出,截至2035年,我国将会初步完成安全、便民、高效、绿色、经济、智慧的现代化城镇水务体系,这不仅意味着自来水厂的服务范围从城市向乡镇地区大幅扩展,同时也意味着自来水厂管理工作的信息化、智慧化升级趋势。自来水厂需要立足当前的原水净化以及供应现状以及供水工作发展需求等,借助先进的信息化技术打造更加先进的智慧化管理体系,打造智慧水务,提高自来水厂各道工序的管理水平,强化水质安全保障,在满足用户用水需求的同时推进自来水厂的可持续发展。囿于专业技术受限,自来水厂可以聘请具有足够资质的技术团队按照自身要求进行智慧化水务管理系统的建立,并做好系统内部不同功能模块的区分与设置,同时组织自来水厂工作人员接受关于智慧水务管理平台的系统性培训,提高工作人员的信息化素养,保证其能够对智慧化管理平台进行灵活应用,将信息化管理技术在自来水厂管理工作中的应用优势充分发挥出来。在平台建设过程中,可利用BIM技术、3D打印技术、AI、5G云计算促进“人、材、机”的高效使用,降低建设成本,同时控制施工期间的非绿色行为发生<sup>[10]</sup>。二是构建实时监测、动态调整的智慧生产系统,如时间、空间一体化的水源监控体系,随水质、流量要素变化精准控制的智能生产管理方案,以物联网为基础的工艺动态监控和能源管理模块,实现生产力高度协同、生产资料高效利用,能源资源最少消耗。三是海量数据和算法为基础,搭建精准预测模型助力智慧

运营,实现诸如多因素融合的日用水量预测、低碳实时调度等功能,指导出厂水量调度和压力调节。

### 结语

综上所述,自来水厂是为广大居民供水的重要机构,自来水厂的原水净化处理以及水源供应工作不仅关系着广大居民的日常用水体验,同时也关系着居民的用水安全,一旦居民用水残留各种细菌或其他杂质等物质,则会直接影响居民身体健康。近年来,随着我国水资源污染问题的加剧,自来水厂的净水与供水工作也面临着更为严峻的挑战,在这种情况下,自来水厂方面需要针对自身的净水与供水系统实际运行现状总结其中存在的各种问题,并据此制定针对性处理措施,加强生产工艺的优化,并且提高自身水质管理工作水平,借此避免水源净化不彻底、供水过程中发生二次污染等问题,从而强化供水安全保障,进一步满足广大居民的供水健康与安全需求。

### 参考文献

- [1] 姜敏, 阮红权. 绿色自来水厂综合评价指标体系探索[J]. 中外能源, 2024, 29(05): 94-100.
- [2] 易子琛, 李晓丹. 自来水厂自动控制系统的设计与实现[J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(04): 91-93.
- [3] 骆苗苗, 王文生, 章诗璐. 自来水厂全过程运行效能评估——以苏南某自来水厂为例[J]. 工程技术研究, 2024, 9(06): 45-47.
- [4] 李绪伟. 浅谈市政自来水厂与污水厂一体化建设对水污染治理和可持续发展的影响[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5(05): 133-135.
- [5] 许岩. 生活饮用水检测过程中存在的问题及对策研究[J]. 中国食品, 2024(04): 67-69.
- [6] 陈辉明. 自来水行业环境污染治理技术及可持续发展策略研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(24): 173-174+183.
- [7] 郭杨. 江苏省城乡饮用水水质安全保障实践[J]. 中国给水排水, 2023, 39(04): 36-41.
- [8] 钟逵. 人工智能在自来水厂电气自动化控制中的应用[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(12): 137-139.
- [9] 笪跃武, 于少亭, 胡淑圆. 城市自来水厂绿色发展路径探索与思考[J]. 净水技术, 2022, 41(11): 1-6+54.
- [10] 范雨萍. 关于自来水厂常用的水处理消毒技术研究[J]. 清洗世界, 2022, 38(06): 84-86.