

智慧城市直饮水的应用

傅盈钞

重庆分质供水有限公司 重庆 400000

摘要: 随着社会经济的发展,人们对饮用水的要求也越来越高。本文从智慧城市直饮水系统的处理工艺、运行维护费用等方面,对直饮水在智慧城市中的应用现状进行了分析,并对其原因进行分析,提出智慧城市直饮水集中供水工程的规划设计。

关键词: 直饮水;应用现状;问题;智慧城市

The Application of Direct Drinking Water in Smart City

Yingchao Fu

Chongqing Quality Water Supply Co., Ltd. Chongqing 400000

Abstract: With the development of social economy, people's requirements for drinking water are also getting higher and higher. This paper analyzes the application status of direct drinking water in smart city from the aspects of the treatment process, operation and maintenance cost of the direct drinking water system, analyzes its causes, and puts forward the planning and design of the centralized water supply project of direct drinking water in smart city.

Keywords: Direct drinking water; Application status; Problem; Smart city

引言:

目前,我国的水污染问题非常严重,部分水厂由于缺乏有效的治理手段,或未进行有效的治理,致使水质恶化,而水体中的某些有机污染物,在氯气的作用下,会发生致癌、突变等不良反应,同时,由于供水系统中管网的老化和渗漏,会对水质造成二次污染,从而影响到饮用水的质量。随着经济的发展,人民的生活水平越来越高,饮用水的质量也越来越好,饮用水的供应也越来越多元化,包括瓶装水、桶装水、直通自来水等。自90年代首次使用管道直饮水,经过20多年的发展,已经在北京,上海,广州等智慧城市中得到了广泛的应用,成为今后饮用水发展的一个新方向。

一、直饮水概述

1.直饮水工艺原理

直饮水工艺是利用先进的生物化学、生物技术对水质进行深层净化,除去水中的有机物、细菌、病毒等对人体健康的有害物质,同时保持对人体健康的微量元素和矿物质;同时,采取分质供水的方式,利用高质量的管材,建立独立的循环系统,将经过净化的优质水送到居民家中,供居民直接饮用。城市给水系统总体改造困

难,短期内不可能实现整个城市的“分质供水”,鉴于此,学校和社区管道直饮水供给成为一种可而可行的途径。实践证明,在居民小区等集中供水单位实行直饮水和自来水供水两套系统,一套为居民提供日常生活用水,一套为居民提供直接饮用水,是当前改善我国城市供水质量的有效途径。

2.直饮水生产工艺

目前,国内外已有多种深度的直饮水生产技术,常用的有:

①砂滤:将水中悬浮的大粒子去除,使水质变得浑浊。

②超滤:将水中的细菌,病毒,大分子颗粒从水中分离出来,但是这种方法不能去除水中的微粒。

③安全过滤:从微滤器的外侧(准确度通常低于5微米),将微量的悬浮物质或微小的杂质颗粒吸附在滤筒的外面。

④纳滤:利用纳滤膜对水中有机物,重金属,细菌,病毒等有害物质进行去除,部分脱盐,硬度降低,部分矿物质保留。

⑤活性炭的吸附:除臭、色、有机物、游离氯、重

金属等。

⑥离子交换软化：通过阴、阳离子交换，使水中钙、镁离子得到去除，从而使水的硬度下降。

⑦电渗析：在外加直流电场的作用下，通过选择性渗透膜的选择性渗透，将水中的阴阳离子进行定向迁移。它的主要功能是把盐从水中排出。它的体积大，需要更多的管理和维护。

⑧反渗透：在压力作用下，水分透过半透膜，而盐类则被薄膜阻隔，从而达到脱盐效果，可以将无机离子和小分子从水中去除。

⑨臭氧消毒：臭氧产生的臭氧是一种具有氧化作用的强氧化剂，能将水中的有机物、病毒、芽孢、细菌等杀死。

⑩紫外线杀菌：使用高压水银灯发出紫外线，通过紫外线照射水中的微生物，使其失去核酸的作用，从而杀死微生物。

3. 直饮水系统

直饮水所使用的水源通常是从城市管网中抽取的自来水，然后由抽水机输送至小区内的纯净水设备进行进一步的处理，并在小区内另设一套独立的管道，经处理后的直饮水经此管道输送至用户直接饮用。在直饮水系统中，水处理设备是整个系统的关键，它的处理效果将直接关系到用户是否能够正常使用。目前，直通自来水的处理分为三大类：预处理、核心处理和后续处理。预处理的目的在于将大颗粒的杂质除去，以确保后续的处理效果，方法采用砂滤、无烟煤等机械处理，或采用煤和砂双层滤料过滤。核心处理工艺主要采用活性炭吸附、膜过滤等深度净化处理工艺，除臭、除色、去除有机污染物、余氯等，使处理后的水质具有良好的口感，同时还具有一定的除菌效果。后处理工艺以消毒处理为主。为了进一步去除水中的细菌和病毒，通常采用臭氧消毒和紫外线消毒。

二、直饮水的供水方式

在现有技术发展的基础上，提出了一种采用集中式和分户式供水的方法。集中式供水具有以下优点：集中式取水可以更好地选取高品质的水源，达到相应的水质要求，并且在相互流动的情况下，集中式集水可以达到统一的消毒和深层净化，从而保证水质的质量和安全。但是，集中式供水也存在着一些问题：如果不科学、合理的控制和管理，或者是设计上的任何缺点，都会导致水质不达标，造成污染，集中式的取水方式不能保证卫生。另一方面，分户式供水的优点：在某些区域，由于

受环境的制约，居民的分布比较分散，而分户式的供水，则给了居民更多的自由，可以直接从水源中取水，既方便又不花钱，是一项重要的民生举措。分户式供水也有其相应的弊端：供水模式相对单一，缺少规范设备，暴露在室外的水源容易造成二次污染，两者各有利弊，应根据区域的具体情况来综合考虑。

三、智慧城市直饮水的应用现状

天津市南开区兰坪路一高档住宅区引进了一项直饮水项目，该项目为2200名居民，设计用水 $0.88\text{m}^3/\text{小时}$ ，产水设备日工作时间12小时。本系统的纯水工艺是：原水箱—原水泵—石英砂过滤器—活性炭过滤器—保安过滤器—高压泵—反渗透膜—饮水水箱—紫外线消毒器—供水泵—用水点。为了解决直饮水在管道运输中的二次污染问题，在供水系统中设置了循环管，将回水回流至净化工艺中的蓄水池，并对其进行再一次的紫外线杀菌。为避免碳酸钙、碳酸镁等难溶盐沉淀、形成水垢，对后续的反渗透膜进行堵塞，采用复合阻垢剂对其进行保护。安全滤芯为不锈钢，内嵌 $5\mu\text{mPP}$ 滤芯。直饮水管道系统选用不锈钢薄壁管，并采用氩弧焊焊接，以避免因接触面上的细菌而引起二次污染。为保证出水水质达到标准，在净化车间内设置了pH值、余氯、水温等指标，对出水进行实时监控。根据造价，包括污水处理站、管网建设、材料采购、人工、维修等方面的支出，最终得出的运营成本为8.39元/立方米，与桶装水相比，不仅节省了采购成本，还提高了饮用水的质量^[1]。

广州国际金融中心的生活用水采用南州水厂直饮水，由于原水的质量比较好，所以直接饮用水采用了一原水箱—精滤—纳滤—臭氧消毒—成品水箱—泵送用户。本系统的出水量通过变频泵向使用者进行增压，并在低区安装了压力监测装置，以避免过压。管网系统采用上行下给式，各分区均设有给水、回水管，以防止水滞留在管道内，影响水质。本项目所有管材均为S30408不锈钢材质，保证管道的水质不受二次污染。该系统经实际运行，水质达到饮用水水质标准，系统运行稳定。

四、直饮水的经济优势与现存问题

1. 经济优势

目前我国城市建设现状存在城乡发展不平衡的制约，部分地区短期内无法形成有效的供水管网升级改造，在一些地方，由于地下管道的开挖会给城市的交通带来极大的不便。而管道直饮水则不同于传统的直饮水系统，可以利用污水处理站进行二次供水。根据我国城镇居民的人均生活用水量，2016年人均生活用水209L/

d, 饮用水2L/d, 因此不需要大规模的对整个城市的供水系统进行大规模的改造, 从而节约了大量的水网建设资源。从产品单价来看, 管道直饮水比桶装纯净水的价格低, 但价格高于普通自来水。相对来说, 它的消耗量相对较小, 因此消耗量不大, 经济负担不大, 整体经济优势表现较好。

2. 现存问题

第一, 管道直饮水尽管具有较高的价格优势, 但总体上在国内发展相对较慢, 自1996年上海浦东首条直饮式供水系统建成后, 我国大部分地区的居民至今仍未使用管道直饮水, 其在城镇、农村等公共场所设立的饮水点并不普遍, 很多市民都不认识, 可见我国在21世纪后的直饮水工程建设进度仍然令人担忧。

第二, 我国目前采用的直饮水技术是以膜过滤技术为主, 而采用这种技术生产出的纯水也会产生较高浓度的废水, 按照现有的生产技术, 一般是1:1, 或者是1.5:1, 也就是说, 我国现有的直饮水系统设计中, 往往忽视了污水的循环利用, 从而产生了大量的再生水浪费, 从而失去了直饮水的经济效益^[2]。

第三, 由于国内尚无一套科学、行之有效的管道直饮水监测机制, 若从技术上考虑, 目前管道直饮水系统的核心水源是以自来水管网为核心, 通过二次净化间接供给用户。从生产流程上来看, 这是一种当地的卫生监督, 但是现在的自来水是通过管道来供应的, 这也是合情合理的。这样的模糊边界规划, 使得自来水企业的卫生监督工作中存在着一些问题, 往往由于产权不明确, 导致其资质无法通过, 从而间接影响了管道直饮水的供水质量, 进一步导致饮用水供需双方出现矛盾。

五、智慧城市直饮水集中供水工程的规划和设计

1. 智慧城市直饮水集中供水的必要性

长期以来, 我国的传统的自来水系统, 不管是居民用水还是公共用水, 都是一样的, 不管是直接饮用还是家庭洗衣、冲厕, 亦或是交通、绿化、商业、环卫等, 都无一例外, 也就是唯一符合生活饮用水水质要求的一种水质。但满足此标准的自来水不能直接饮用, 必须先将其加热, 直到煮沸。在日常生活用水中, 又可划分为:

(1) 高品质直饮水: 可直接饮用, 水质可确保安全, 无需加热消耗能量即可饮用; (2) 生活用水: 用于洗漱、做饭、洗衣、洗澡等; (3) 生活杂用水: 用于厕所、花、地等, 以相同的水质来满足不同的用水量, 明显地不利于水资源的保护和节能。根据水资源组成, 2003年全国城镇人均用水量为400L/d, 工业用水占据很大比例, 而

城镇居民家庭用水只占10%。平均每人每天喝2升左右, 仅占总用水量的二百分之一, 即使加上烹调、洗碗、洗菜、淋浴等, 也只占总用水量的5%。也就是说, 大部分的水都可以用低质量的水来满足。显然, 为了满足直饮水(直饮水和其他水质要求较高的生活用水)的水质要求, 全部提高供水水质是不科学和合理的。所以, 直饮水(直饮水和其它高质量的生活用水), 要与其它用途分开, 分质供应^[3]。

2. 智慧城市直饮水集中供水规划和设计要点

直饮水的净化是一个系统工程, 设计要综合考虑整个系统的优化和组合, 根据实际情况, 为业主设计、选择和确定最合适的管道和设备, 以达到最好的效果, 确保水质, 并方便以后的管理和维修。

(1) 使用RO膜进行饮用水纯化的不利之处在于完全除去了对人体有益的无机离子, 因此通常不建议对饮用水进行净化。目前, 纳滤膜技术已在城镇直饮水中得到了广泛的应用, 为居民提供优质的饮用水和烹饪用水。

(2) 《管道直饮水系统技术规范》中明确指出, 直饮水在供水系统中的滞留时间不得超过12小时, 否则会导致水质恶化, 如果将该管内的水排出, 将会导致水资源的浪费。所以, 为了确保饮用水的质量, 在管线系统中应该设置循环管, 这样, 在正常情况下, 将管线中的水循环回到净化装置进行消毒, 然后再供出。

(3) 在现有的几种多层、高层建筑中, 为了减小不流通的分支管道长度, 往往将竖管设置在住宅的厨房、露台上, 造成了竖管的维修工作的不方便, 出现漏水等问题, 也很容易被业主投诉。所以, 在施工方案设计时, 应采取直接供水设计的方式, 对各专业进行协调, 以合理的立管布置, 简化、顺畅、合理的设计。比如, 在建筑设计阶段, 可以考虑将厨房设在靠近公共水管井的位置, 在竖井中设置公共直水管, 这样才能保证支管在最短的距离内进入户内。如果厨房位置靠近建筑外墙, 可以考虑在建筑外墙阴角设置公共直饮水立管, 注意不会对建筑物的外观产生影响, 但是水温会受到周围环境的影响, 所以使用时要慎重。

(4) 选用的管道必须满足相关的国家有关法规, 选用不锈钢、铜管或其它高质量的塑料管、不锈钢管、铜管等。在使用钢塑复合管时, 应严格控制直饮水与钢管的直接接触, 以避免其腐蚀。可采用管道盖等方法进行施工。推荐选用的管材要能抗腐蚀性, 在20年内不能被臭氧腐蚀而脱落、穿孔, 管道的机械压力不低于500kg/m², 高层管网可承受2.1MPa以上的压力^[4]。

(5) 根据管网流速的选择, 一般情况下, 水停留在管线内会引起细菌的生长, 并且在管段的不同断面处, 其流速也有差异, 管断面中心处的流速要大于管壁。在水流速度很低的情况下, 尽管水流会继续, 但是由于管道内壁的滞留, 细菌还是会在管道内生长。因此, 直饮管的对流速度有一定的要求。为保证直饮水系统在运输过程中不会出现细菌污染, 同时也要兼顾管网的经济性, 因此, 选用合适的流量是十分必要的。在选择管网流速时, 应充分考虑直饮水微生物控制对供水系统的流量运行特性的特殊性, 并应充分考虑到系统的运行成本。

(6) 按照微生物流体力学的需要, 管道中的介质在“湍流状态”下是流动的。美国食品药品监督管理局进行的雷诺试验显示, 只有在 Re 大于1000的情况下, 流体才能达到稳定的紊动状态。从技术和经济两个方面考虑, 提出了管道直饮水的速度应为2米/秒。

(7) 在水处理设备的设计中, 除了生活饮用水和供机房使用的管线外, 其它管线都不能进入洁净室; 符合

生产过程中的卫生标准; 必须有空气灭菌设备; 实验室应当设立; 若使用臭氧进行消毒, 则需配备臭氧废气处理设备。

六、结语

智慧城市直饮水系统的集中供水是提高供水质量的有效途径, 应根据城市的具体情况, 合理选择供水管材, 合理设计污水处理工艺, 以保证供水的质量。

参考文献:

- [1]胡大镛.浅议城市直饮水集中供水工程的规划及设计[J].给水排水, 2020, 30(5): 77-80.
- [2]胡大镛.浅议城市直饮水集中供水工程的规划及设计[C].//2003'住区水环境国际研讨会论文集.2019: 100-103.
- [3]李青, 何磅礴, 张殿君等.防止直饮供水水质污染的技术措施[J].中国给水排水, 2020, 21(7): 83-85.
- [4]史济峰, 范忠飞, 张振东等.上海市浦东新区管道直饮水供水小区居民饮水卫生习惯调查[J].环境与健康杂志, 2019, 24(5): 316-317.