



管道分质供水系统的组成及工程设计

彭海清, 李平, 刘霞, 邹平

(同济大学 城市污染控制国家工程研究中心, 上海 200092)

摘要: 结合工程实例和经验,探讨了管道分质供水系统工程组成、特点、要求,提出了有关设计参数、选型依据及注意事项,以求推动我国管道分质供水的发展。

关键词: 分质供水; 饮用净水; 工程设计

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2002)05-0065-03

在新建居民小区内实施管道分质供水(即一套管网输送自来水用于洗涤、绿化等居民杂用,另设一套管网将自来水或地下水经过专门的水处理设备深度处理后得到的优质饮用水输送到居民家中专供饮用)是目前改善我国城市居民饮水水质的切实可行的办法。同时,管道分质供水在房产开发初期可有效提升小区品位,项目实施后还可以给投资者带来可观的经济效益,因而也引起了房产开发商的广泛兴趣。

1 水质标准

目前,可供管道分质供水采用的水质标准有:①《饮用天然矿泉水》(GB 8537—1995),该标准规定饮用天然矿泉水以含有一定的矿物盐、微量元素或二氧化碳气体为特征,具有较高的营养价值和保健作用;②《饮用净水水质标准》(CJ 94—1999),该标准给出了饮用净水的概念,规定了某些水质指标(如COD、总有机碳、重金属、硬度、TDS等)的上限含量值,但未规定硬度、TDS等反映矿物质含量的水质指标的下限值;③《瓶装饮用纯净水卫生标准》(GB 17324—1998),该标准给出了纯净水的定义,要求纯净水的电导率 $\leq 10 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。

由于天然矿泉水开采量有限,同时考虑到人体健康的需要,笔者认为实施管道分质供水最好采用“饮用净水”。

2 管道分质供水系统组成

管道分质供水系统的核心由4大部分组成:优质饮用水设备、变频恒压供水设备、供水管网和管网水循环杀菌设备。系统流程见图1。

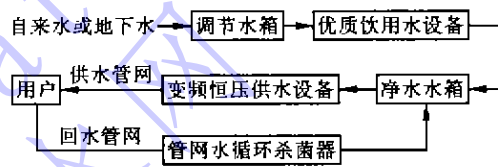


图1 管道分质供水系统流程

2.1 优质饮用水设备

优质饮用水设备是自来水深度净化处理的核心装置,应用于管道分质供水工程的制水设备应生产含有微量元素和矿物质的优质饮用水。目前,优质饮用水的生产工艺一般为:预处理系统+膜过滤+杀菌。根据原水水质状况,可选择微滤、超滤和纳滤技术生产优质饮用水,但当原水电导率较高时采用一级反渗透亦可获得含有一定量矿物质的优质饮用水。纳滤膜既能有效去除原水中的有害物质(如有机物、重金属、细菌、病毒等),又能部分脱盐、去硬度,适量保留原水中的部分矿物质、能耗又不高,因而不失为优质饮用水生产的最佳膜技术。在小型和中型饮水处理系统中,可选用的预处理系统包括微絮凝过滤、砂滤或锰砂过滤、活性炭吸附、软化、精滤和pH控制等^[1]。

需要注意的是,在管道分质供水工程中选用的净水设备应具有国家卫生部颁发的“净水产品卫生许可证”。为了保障人民群众的身体健康和规范市场,国家建设部和卫生部曾于1996年7月联合发布第53号令《生活饮用水卫生监督管理办法》,该办法规定任何单位和个人不得生产、销售、使用无卫生许可证的水质处理器。



2.2 变频恒压供水设备

传统的供水模式采用屋顶水箱和水泵联合供水,水质容易受到二次污染,供水不安全。在分质供水工程中采用全自动恒压变频供水装置直接提升供水,卫生、安全、可靠、用户随时都能饮用新鲜水,避免了二次污染,且设备占地小、性能稳定、能耗低。

2.3 分质供水管网

分质供水管网的设计、施工及管材对管网末梢出水达到饮用净水水质标准尤为重要。分质供水管网为系统调试和管网维护提供了必要的条件。分质供水管网的设计不同于普通自来水管网的设计,其核心是:分质供水管网要使净水循环流畅,尽可能不存在死角。循环流畅的意义在于管网中未被用户使用的水必须能够及时流动和经过管网消毒系统回流至净水水箱,而不是在某段管道中长时间停留,否则极易造成管网二次污染、滋生细菌。

2.4 管网水循环消毒设备

管道分质供水必须做到“打开龙头即能生饮”。除了要做到优质饮用水设备出口水质达标外,确保饮用净水在经过管网长距离输送后到用户用水点仍然能随时生饮是分质供水工程的难点之一。为此,有必要在管网上设置管网水定时循环消毒装置。此管网消毒装置不仅要有很强的瞬间杀菌能力,而且要有持续杀菌作用,这样才能确保管网水的卫生安全,有效防止二次污染。

3 管道分质供水系统设计

3.1 工程概况

该小区为南方某市一新开发的综合性花园小区,共有3幢高层住宅,分别为28层、30层、31层,共有500户,占地面积为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^2$,建筑面积为 $6.5 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。

3.2 水量的确定

管道分质供水工程用水量的确定尚无相关标准资料。笔者认为,分质供水中人均用水量的确定应立足长远,综合考虑饮用、烧汤、做饭、洗瓜果的需要,并根据不同的小区定位和消费群体加以调整,一般取 $4 \sim 6 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 比较合适。由于该小区面向工薪阶层,设计时人均用水量取 $5 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ 。以每户3.5人计算,小区用水总量约为 $8.75 \text{ m}^3/\text{d}$ 。以设备每天运行8 h计,则平均产水量最少为 $1.09 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

由于小区户数少,用水量集中,时变化系数 K_h 取4,则最大时供水量约为 $4.35 \text{ m}^3/\text{h}$ 。综合考虑设

备投资和平均用水量、最大用水量,选定额定产水量为 $1 \text{ m}^3/\text{h}$ 的纳滤膜优质饮用水设备一套,配备 $1 \sim 4 \text{ m}^3$ 的净水水箱、恒压变频供水设备最大供水量为 $5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。所有设备集中布置在底层由水泵房改装的设备间内。

3.3 供水管网的设计

分质供水管网采用下行上给的供水方式。3幢高层的分质供水管网共分为两个区域进行供水,低区为 $1 \sim 14$ 层,高区为 $15 \sim 31$ 层。高、低区管网分别设置,相互独立且互不干扰,由两套完全独立的恒压变频装置进行供水。所有立管均设置在管道井内,每个管道井内的供水立管在每个层面负责3户居民的分质供水;由于管道井至用户的距离较长,而供水支管过长易造成二次污染,为了确保管网末梢出水水质,所有供水支管都有循环管路,即采用全额循环回水管网形式。为了确保高峰用水量并保证管网内未用完的净水完全及时回流,管网流量按最高日、最大时流量设计,回水管网管径比给水管网管径小以便获得较高的流速。如果将回水再经过优质饮用水设备处理一次,则一方面造成水的浪费,一方面无形中增加了不必要的运行费用。考虑到管道内水长时间滞留后的主要问题是微生物污染,因而将回水直接回流到净水水箱,再经管网循环杀菌器循环处理即可。

管网水定时循环杀菌为全自动运行。同时,为配合管网的调试和今后的维护工作,管网设计应保证系统在投入运行一定时间后管网能够清洗、放空。在每个立管和支管上均设有电动阀和旁通手动调节阀,在立管的顶部设置排气阀,有的立管部位设置减压阀。所有立管均安装有伸缩节,所有横管以一定的坡度坡向最低处并设置排空阀。所有阀门均为不锈钢材质。为保证管网末梢的水压,除了供水装置出口水压满足要求外,在几个有代表性的最远点安装有压力表以便检测管网末梢水压。

由于该工程为高层供水,管网(特别是立管)水压较高。为了保证供水安全,同时尽量节约投资,立管采用强度高的钢塑复合管,支管采用PPR管。

3.4 管网水循环杀菌方式

由于不能保证管网内的所有净水在同一时间用掉,必然有一部分净水在管网内要停留一定甚至相当长的时间,因而除了制水设备本身的杀菌外,定时对管网内的水进行循环和杀菌是完全必要的。



应用于管道分质供水管网循环杀菌技术的基本
要求是:瞬间杀菌能力强、有一定的持续杀菌能力、
不影响水立即饮用时的口感,操作简单、维护方便。
传统的消毒方法有:加氯消毒、紫外消毒和臭氧消
毒。加氯(氯气、二氧化氯)消毒广泛使用在自来水
厂的水处理工艺中,虽然具有持续杀菌能力,但严重
的漂白粉气味使得用户难以接受,而且实地操作不
安全。紫外消毒虽具有瞬间杀菌效果,但无持续杀
菌能力。臭氧的氧化性强,在管道内可能会与净水
中的微量元素和矿物质发生化学反应,生成沉淀或
胶体物质;同时,管道分质供水不同于桶装水,刚刚
消毒过的水也可能会马上被饮用,而刚刚加进去的
臭氧会影响水的口感,使人生厌,因此臭氧杀菌亦有一
定的局限性。

同济大学研制的电场水处理器(微电解杀菌器)
利用研制的特殊金属电极,使流经水处理器的水在
微弱的电场中产生大量具有极强和广谱杀生能力的
活性中间物质(如羟基自由基、初生态O和 H_2O_2 等
活性氧),并在电场、催化和氧化等协同作用下杀灭
水中的病毒、细菌,其单程杀菌效果>99.99%,属于
纯物理方式的杀菌方法,杀菌过程不添加任何化学
物质,占地小、使用方便、安全且没有任何副作用。
杀菌过程中不改变水的化学及物理性能,处理后的

水还具有很强的持续杀菌能力,是管道分质供水系
统管网循环杀菌的理想产品。该工程分两个区各采
用一套 $1\text{ m}^3/\text{h}$ 的微电解杀菌器。管网水每天定时
自动循环两次。循环时间避开高峰用水时间,选择
凌晨4点和每天下午1点循环开始进行。

4 结语

管道分质供水作为一项适应我国国情的、改善
我国城市居民饮用水水质的可行方式已经为各级政
府和市场所广泛接受,同时也成为提升生活小区品位
的一个亮点,但作为一个新的事物,目前还缺乏相应
的设计标准和管理规范。可喜的是建设部已着手组
织编写相应的设计规范,政府部门如上海市水务局
和住宅发展局已经对实施管道分质供水的单位实行
“资质证书”管理制度,卫生防疫部门对管道分质供
水系统竣工后的验收和抽检也已加大了管理力度。

参考文献:

- [1] 高乃云,彭海清,魏宏斌 膜技术在桶(瓶)装饮用水生
产中的应用[J]. 环境污染与防治,1999,21(2):33-
35.

电话:(021)65980198

收稿日期:2002-01-20