

# 分质供水工程及其设计技术探讨

福州弘信工程监理有限公司 黄宝重

水是生命的摇篮,水是城市的生命线。

分质供水系通过原来的一套自来水管网输送约占每人每天生活饮用水量的 98%—97%的自来水以满足居民洗涤、冲厕及沐浴等使用,而将其约占 2%—3%的自来水经深度处理成优质净水,通过另设的一套管网送入居民家中直接饮用。依照两者不同的用途和相应的水质要求分别供水的方式。

分质供水工程是以城镇自来水或符合生活饮用水水质标准的水为原水,经过吸附,过滤,消毒等一整套先进,科学,独特的处理工艺,去除原水中残留的有机物、细菌、放射性元素、“三致”物质、病毒等有害物质而适量保留钙、镁、钾、硒、锌等对人体健康有益的矿物质和微量元素,将符合国家《饮用净水水质标准》(CJ94—1999)的饮用净水通过独立、循环、卫生的输水管网送至各家各户或各饮水点供人们直接饮用的系统供水工程。所以,分质供水工程也被称作“管道直饮水”工程。经过滤消毒、独立输送、密闭循环、严密监测,不被二次污染的管道直饮水为人民的饮水安全提供了可靠的健康保障。可以说,分质供水工程业已成为我国城镇供水工程的重要分支和组成部分。

近年来,分质供水技术的推广和分质供水工程的开发建设已迅速地从新开发建设的住宅小区向机关、学校、宾馆、饭店以及公共活动场所等延伸,并在旧楼改造中得到了运用。可以说分质供水工程已逐渐成为继“米袋子”、“菜篮子”工程之后政府支持、社会需要、人民关注的民心工程,人称“水杯子”工程。建设部在“二十一世纪康居住宅小区规划”中指出:管道分质供水项目是体现小区科技含量的重要组成部份。同时将分质供水工程列入评选“国家康居示范工程”的必备条件之一。目前,在北京、上海、天津、重庆、南京、沈阳、哈尔滨、大连以及海南、福建等地也都相继开发建设了分质供水工程项目。可以预见,分质供水将在我国的生活给水领域得到迅速发展。

## 1 分质供水工程

一般由以下四个部份组成:

### 1.1 水净化设备

水净化设备可将自来水深度净化成适合人体健康的可直接饮用的净水,是分质供水工程的核心装置。

### 1.2 管网消毒设备

管网的消毒设备在分质供水中具有十分重要的作用。它是保证净水水质的必要条件。管网消毒装置不仅要有很强的杀菌能力,而且要有持续的杀菌作用才能确保管网水质的卫生安全。

目前运用于饮用净水的管网消毒技术多采用紫外消毒法。根据光催化氧化原理,利用紫外光谱的能量彻底破坏细菌的 DNA 结构,在波长为 2000—2950 埃(A)的紫外线作用下,当紫外线的能量达到细菌致死剂量而又保持一定的照射时间时,细菌便大量死亡。从而达到灭菌、消毒的目的。一般大肠杆菌的平均去除率可达 98%,细菌总数的平均去除率也可达到 96.6%,还能灭杀某些芽孢和病毒。但紫外消毒法因其仅具有瞬间杀菌的效果,不具备持续杀菌的能力。无法解决消毒后在管网中可能再污染的问题。另外,如因紫外灯的寿命和质量问题,均可导致紫外线的衰减,这将直接影响杀菌的效果。

上海城市污染控制工程研究中心研发的“一种杀菌灭藻水处理装置”(即“微电解杀菌器”)已获得了国家专利。微电解杀菌器的工作原理系利用特殊研制的金属电极在控制合适的工艺条件下,使得在流经水处理器的水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(OH)、初生态氧(O)等活性氧,在电场、催化和氧化等协同作用下,使水中电极表面附近的 PH 值,氧化还原电位值产生剧烈变化,导致水中的细菌、藻类的生存环境发生剧变,从而使其丧失生存条件而死亡。微电解杀菌采用纯物理杀菌方式,不添加任何化学物质。其单程杀菌率高达

99%，单程灭藻率也在 90%以上。并具有很强的持续抑菌、杀菌能力。微电解杀菌器作为一项实用新技术运用于分质供水工程中的管网消毒，充分展示出其安全、可靠、方便、独特的显著特点。

同济大学上海申耀环保实业有限公司研制生产的“同济牌优质饮用水设备”在净水工艺流程中采用了微电解杀菌和紫外灯的光氧化作用相结合的办法，获得了更佳、更可靠的杀菌效果。

### 1.3 恒压变频供水设备

采用恒压变频供水设备直接从不锈钢净水箱取水提升经供水管网向用户输送饮用净水。既避免了水质的二次污染，也使得用户随时都可饮用新鲜的净水。

### 1.4 循环管网系统

分质供水管网包括供水与回水循环管网系统。管网系统的设计是否合理，管道安装是否规范以及管材的选择是否妥当都对管网末梢的饮用净水水质有很大影响。卫生部《生活饮用水管道分质供水卫生规范》(以下简称《卫生规范》)规定：“输配水管材、管件必须卫生安全”、“供水管网安装后必须进行全管网的清洗消毒”，并且在交付使用投入运营后“要定期清洗消毒”，这些强制性规定显然都为饮用净水水质的安全提供了可靠保证。

分质供水工程四大部份的组成图示如下(图 1)

## 2 分质供水工程设计

### 2.1 循环供水系统

供水系统设计通常采用上行下给式，如图 2 所示：

这种供水方式，净水设备间设于楼房的地下层。自来水依靠市政管网压力流至净水设备间内原水箱，经处理后的饮用净水由变频泵自净水箱经供水管网送至各饮水点，管道中未被饮用的净水随之经

回水循环管网依靠管网余压回流至设备间，经灭菌消毒后再次进入净水箱，重新送入供水管网。

根据工程具体条件，有将设备机房设于高楼屋面的工程实例，如上海中福城高层高级住宅楼。这种情况通常是饮用净水仅供应户数较多、体积较大的单独一幢楼或几幢相连的楼宇群，其供、回水循环系统如图 3 所示：

无论是采取何种供水方式，其核心是供水与回水管网均应组成一套密闭的循环系统。

### 2.2 日饮水量

饮用净水的日饮量不能机械地按住宅类别或建筑功能“用水定额”的 1%至 3%来确定作为饮用水，其饮水量则更主要的应根据所处地理位置、气候条件和居民的生活习惯等因素确定更为合理，况且，在同一地区，人的生活水平与经济条件以及季节与气象的变化也可使饮水量产生变化。

根据多项分质供水工程实例的分析，笔者认为日

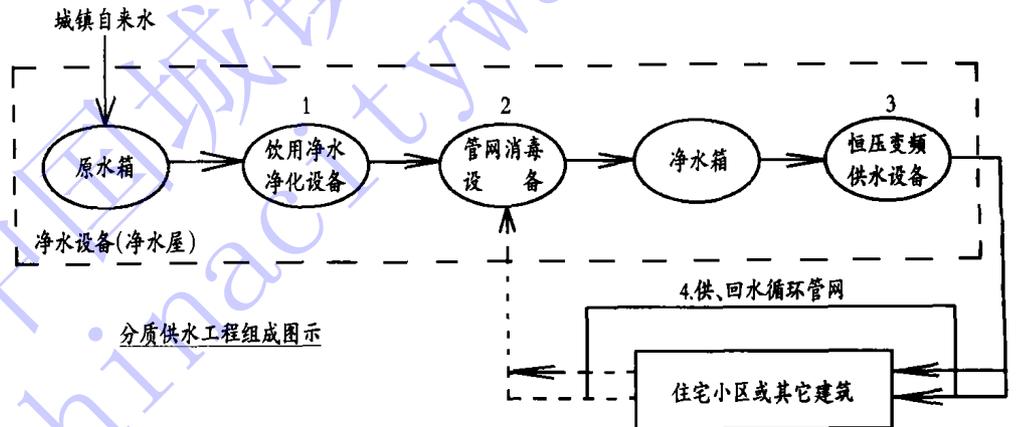


图 1

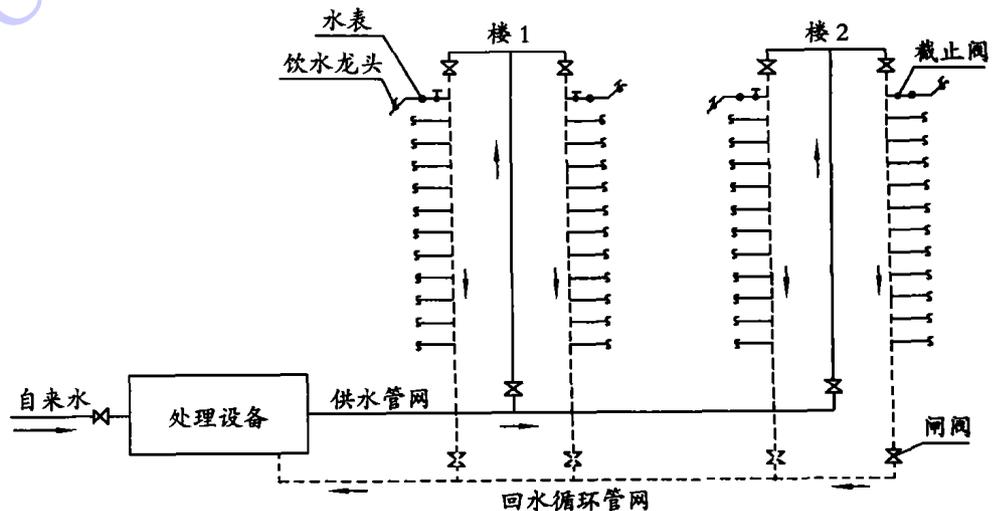


图 2 循环供水系统示意图

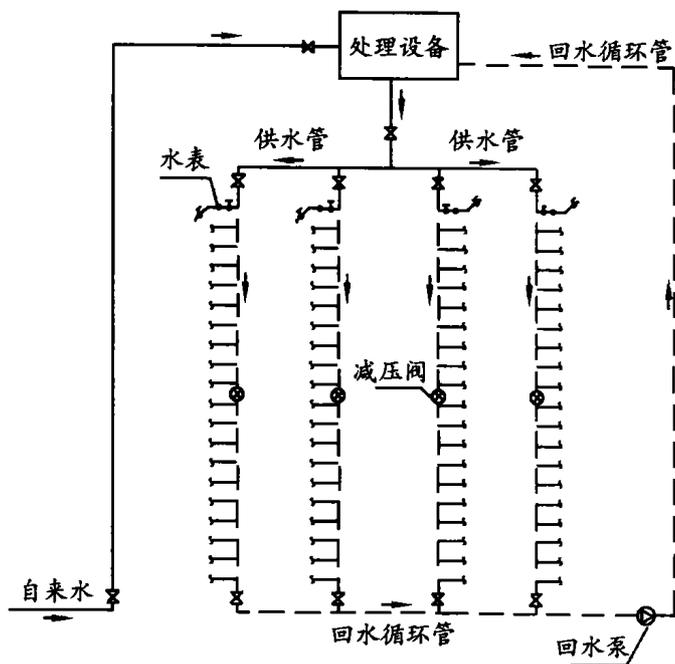


图3 循环供水系统示意图

饮水量按 4~6 升/人、日计较为适宜, K 值建议取 1.5~2.5。对于住宅,按 3.5 人/户计算较妥。人日饮水量的选择与计算对于选用多大处理能力的净水设备有直接的关系,至关重要。

### 2.3 饮水点的设置:

饮水点的位置与数量应针对具体工程确定。应根据不同建筑的特点和使用功能以及用户的需要,以人为本,灵活设置。

### 2.4 管材、管件:

管材的选择应符合卫生要求。应选用内壁光洁度好,强度高的新型管材。根据各地分质供水工程实例,使用较多的有给水 PP-R 管, 不锈钢塑料复合管、铝塑复合管、交联聚乙烯管, PB 聚丁烯管以及纳米抗菌不锈钢塑料复合管、纳米抗菌无规共聚聚丙烯 PP-R 管等等。目前,薄壁不锈钢管(取材 SUS304、SUS316 系列)以其强度高、安全美观、综合性能佳,寿命周期成本低等多种优势正迅速地被推广使用,尤其是在高档建筑的管道直饮水工程项目中。

### 2.5 管网(道)设计:

分质供水管网的设计与普通生活自来水枝状管网设计不同,其核心在于应使管网的供水、回水循环流畅。净水在管道中不得滞留过长时间,而应让其及时流动,未被用户饮用的水应及时回流经管网消毒设备后再重新送入供水管道。以防造成管网的二次污

染。同时,设计应满足调试、运营及维护的要求。

《卫生规范》对管网设计的要求是“管网输送部分实行独立供水,不得与市政或自建供水系统直接相连。管网系统应实行全封闭,设置循环管和放空管,并设立相应采样口”。要“尽量缩短滞水管段长度”。要杜绝产生死水区,确保正常回流,循环畅通。

管网(道)设计应充分考虑以下主要的技术要求:

(1)室内管道明设、呈枝状布置,单向供水,同程回流。

(2)供水、回水立管应布置在管道井内,对于建筑设计无管井的多层住宅楼或其它建筑,立管可在楼梯间、厨房、洗衣间或阳台的墙、柱旁适当位置,经比较后确定。供、回水横干管一般设在地下室、技术层、吊顶或管沟内。南方地区也可考虑设于建筑屋顶上。

(3)采用普通分户水表的,水表应在管道井内或在不影响人流交通的公共走道的某个位置集中布置,以方便管理与抄表。

(4)从供水主干管至各饮水点的支管愈短愈便捷则愈好,避免支管内的存水较多且不流动,影响该管段净水水质。

(5)管道不得穿越烟道、风道、配电间等,不宜穿越卧室,储藏室等影响人们生活起居的空间环境。

(6)穿越屋面、梁、板、剪力墙的管道宜予埋套管。穿越地下室外墙应予埋密闭防水套管,穿越承重墙或基础时,应设预留洞,且管顶部净空不宜小于 0.10m。

(7)管道穿越建筑伸缩缝,沉降缝时,该段管道应采用金属软管(如不锈钢波纹管)连接。

(8)最高处的横干管上设自动排气阀,管道向排气阀方向的上升坡度不小于 0.005。

(9)在供、回水横管的最低处设泄水阀,坡度 0.002~0.005,坡向泄水点。

(10)引入管与污水排水管外壁水平净距应大于 1.00m 以上。

(11)对于高层住宅或其它建筑一般以 10~12 层(层高 2.8m)划分一个供水分区(0.30~0.35MPa),在干管上设减压阀组减压。每个减压阀组应设两个减压阀(一用一备),减压阀前后均设阀门及压力表,设在吊顶内的减压阀组应考虑检修与更换阀件的条件。有的工程则采取在需要减压的楼层,于每户的支管上分户水表前



设小口径( $\phi 15$ )减压阀。

(12)室外管道应考虑管道埋深的要求。在北方,要考虑室内管道经过无采暖区域(如管井、梯间、无封闭阳台等)的保温和防结露及室外管道的防冻措施。

(13)在供水管网的最远、最近、中端的支管末梢以及原水水源接入口、净水供水管起点的位置上应设采样点。

(14)在管网各供水、回水立管、横干管的适当位置应置闸阀,以满足管网调试、运营管理以及调节流量和检修维护的需要。

(15)闸阀(DN>50)或截止阀(DN≤50)均应采用优质铜阀门。

(16)目前分质供水工程常用的水表有普通旋转活塞容积式净水水表,远传水表以及IC卡水表、TM卡水表等,均以“升”为计量单位。设计可根据需要选用。

(17)管网设计流速:1.0m/s左右,不宜大于2.0m/s。

(18)管道采用的支、吊架及管卡应采用橡胶带或其它相关材料保护,避免管道受到损伤。

(19)管道与其它各种管道同敷设于管沟内时,宜沿边布置,上下平行敷设,且不宜设于热水或其它热力管道上部。管道净距应大于120mm。

(20)管道应离开热源(如家用热水器、煤气灶等)不小于400mm的距离。

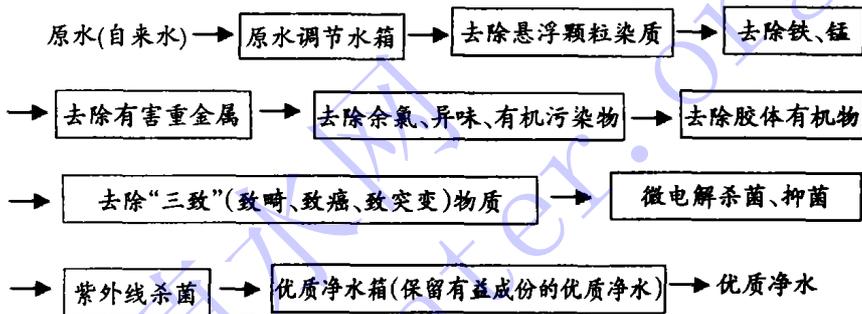
### 2.6 净水设备间

水净化设备、管网消毒设备和恒压变频供水设备通常都在净水设备间内布置,并连成一体。原水水源,动力电源均应引入设备间。设备间应有照明亮度的要求。

净水处理设备包括消毒和供水设备在设备间内的布置通常由设备供货方提供设计,对于水源、电容

量的要求亦由供货方向建设单位提出要求。同时,设备供货方应提供安装、调试、备品备件供应以及人员培训等服务。

#### 2.6.1 净化设备工艺流程如下



上述流程为一套完整的净水工艺流程模式,设备供货商将根据当地最近一个时期的自来水(原水)分析资料,以确定分质供水工程净化设备具体的参数。

2.6.2 检验室:检验室是进行水质分析的场所。为了分析工作的方便,检验室通常与净水设备间(有的地方称为净水站、净水屋)相邻,或直接在设备间内划出适当的面积。检验室应包括理化室、无菌室及更衣室、库房等。

检测项目、检测频率按照《生活饮用水管道分质供水卫生规范》规定执行。

2.6.3 设备间与检验室所需建筑面积大小由设备供应商提出要求(通常应考虑50m<sup>2</sup>~70m<sup>2</sup>)

设备间与检验室应从卫生角度考虑二次装修。对于场地、建筑物结构、地面、墙面、吊顶、门窗以及排水设施,机械排风、空气消毒以及防蚊蝇、防尘、防鼠、防冻要求。