

Discussion on the Utilization Mode of Desalinated Water in Beijing-Tianjin-Hebei Region in China

Xu Han¹ Jianxin Yuan² Songtao Zhang³

1. Tianjin Water Conservancy Research Institute, Tianjin, 300061, China

2. China Water Northern Survey, Design and Research Co., Ltd., Tianjin, 300222, China

3. Duliujian River Flood Gate Management Office, Haihe Lower Reach Administration, Maritime Commission, Ministry of Water Resources, Tianjin, 300380, China

Abstract

In recent years, seawater desalination has developed rapidly in China, and some coastal areas in China have begun to use desalinated water as a supplementary water source. Because the desalinated water is not used for a long time, lack of mature experience can be used for reference, so a series of problems arise. Based on the investigation of the utilization of desalinated water in China and the world, combined with the water quality characteristics of desalinated water, and based on the unified allocation of water resources, this paper puts forward three desalinated water utilization modes: municipal pipe network water supply, direct water supply and raw water supply, analyzes and summarizes their advantages and disadvantages and applicable scenarios, and puts forward the desalinated water utilization mode suitable for Beijing-Tianjin-Hebei region in China.

Keywords

Beijing-Tianjin-Hebei; Desalination; water resource

中国京津冀地区淡化水利用模式探讨

韩旭¹ 袁建新² 张松涛³

1. 天津市水利科学研究院, 中国·天津 300061

2. 中水北方勘测设计研究有限责任公司, 中国·天津 300222

3. 水利部海委海河下游管理局独流减河进洪闸管理处, 中国·天津 300380

摘要

近年来, 海水淡化在中国发展迅速, 中国一些沿海地区开始将淡化水作为补充水源。由于淡化水使用的时间不长, 缺少成熟的经验可以借鉴, 因此产生了一系列的问题。论文通过对中国和国际上淡化水利用情况的调查, 结合淡化水的水质特点, 立足于水资源统一调配的基础, 提出了市政管网供水、直接供水和作为原水供水的三种淡化水利用模式, 分析并总结其优缺点和适用情景, 并提出了适合中国京津冀地区的淡化水利用模式。

关键词

京津冀; 海水淡化; 水资源

1 中国京津冀地区淡化水利用现状

京津冀地区是中国政治、经济、文化与科技中心, 是推动国家经济发展的重要引擎, 却也是中国水资源承载压力最大、水资源安全保障难度最大的地区。随着近年来京津冀地

区的社会经济总量的快速增长, 本地区的水资源供需矛盾日益突出。为缓解这种不利局面, 京津冀地区纷纷加大对海水淡化的开发利用。目前, 京津冀地区淡化海水的生产能力已达到 65 万 m³/d 的规模。

2 淡化水与传统水源水质对比

2.1 膜法制水水质

膜法工艺利用反渗透膜来去除海水中的无机盐和其他杂质。在所有无机盐离子中, 氯离子是最难去除的, 通常反渗透膜对氯离子的去处率达到 98%~99%, 所以如果仅经过一次

【基金项目】京津冀非常规水安全利用技术研发示范(项目编号: 2016YFC0401405); 京津冀海水淡化技术调查评估(项目编号: 2016YFC0401405-04)。

【作者简介】韩旭(1980-), 男, 中国天津人, 本科学历, 高级工程师, 从事水资源及非常规水利用研究。E-mail: 23167102@qq.com。

反渗透处理,出水的含盐量无法满足饮用标准。现阶段中国和国际上最常规的做法是把第一次反渗透的产水再经过一级反渗透处理,二级反渗透出水的水质的离子含量可以满足饮用水标准^[1]。

2.2 热法制水水质

热法工艺的原理是在低真空、高温下使水蒸发为蒸汽,再把蒸气冷凝成淡水,也就是蒸馏水。这一工艺对无机盐离子脱除更彻底,但是在蒸发过程中,如海水的前处理工艺较差或海水水质不达标,海水中的挥发性污染物会随着一起挥发,并随着水蒸气冷凝的过程溶解到水中,成为潜在的风险^[2]。

2.3 淡化水与传统自来水的的水质标准对比

中国和国际主流的淡化海水的处理工艺为热法和膜法。目前中国海水淡化水的水质标准是参照 HY / T 247-2018《海水淡化产品水水质标准》,传统水自来水水质标准是 GB5749-2006《生活饮用水卫生标准》。其中, HY / T 247-2018《海水淡化产品水水质标准》是以 GB5749-2006《生活饮用水卫生标准》为基础编制的,其水质标准不能低于 GB5749-2006《生活饮用水卫生标准》。在实际淡化水水样检测中,通过对比淡化水出水水质检测结果和 GB5749-2006《生活饮用水卫生标准》标准的对比可以看出,不论是膜法工艺还是热法工艺的淡化海水,水质指标一般均优于自来水^[3]。

3 中国京津冀地区传统水源和淡化水供水成本对比

3.1 京津冀自来水水价

京津冀地区是中国自来水水价最高的地区,居民用水的水价基本在4~5元/t,工业水价在6~10元/t,远高于其他地区。

中国北京市自来水水价:居民生活用水价格3.64元/t,排污费1.36元/t,综合水价合计5元/t;非居民用水价格6~6.5元/t,排污费3元/t,综合水价合计9~9.5元/t。

中国天津市自来水水价:居民生活用水价格4元/t,排污费0.9元/t,综合水价合计4.9元/t;非居民用水价格6.65元/t,排污费1.2元/t,综合水价合计7.85元/t。

中国河北沧州市自来水水价:居民生活用水价格3.2元/t,排污费0.8元/t,综合水价合计4元/t;非居民用水价格4.66元/t,排污费1.1元/t,综合水价合计5.76元/t。

中国河北唐山市自来水水价:居民生活用水价格3.5元/t,

排污费1.5元/t,综合水价合计5元/t;非居民用水价格6.5元/t,排污费2.2元/t,综合水价合计8.7元/t。

3.2 淡化水制水成本和水价

淡化水的制水成本不仅与制水工艺、生产规模、淡化水质有关,而且与能源价格、固定资产折旧年限、资金来源、海水水质、水温以及企业管理水平、设备利用率等诸多因素密切相关。由于目前中国尚无海水淡化成本核算方法的统一标准,造成计算口径不统一。因此,不同的淡化水厂测算的成本包括的内容会有所不同,所以不同淡化厂计算的成本不完全具备可比性。目前,海水淡化造水成本的区间大致在:反渗透淡化技术造水成本为4元/t~6元/t;低温多效蒸馏技术造水成本为5元/t~7元/t;多级闪蒸技术(MSF)造水成本为6~8元/t^[4]。

淡化水的水价除制水成本外还应加上相应的税费、污水处理费和管网费用等费用,故实际供水水价要高于制水成本。以天津某淡化水供水工程为例,其售水水价约为7.6元/t;河北省某淡化水供水工程售水水价在6.5~7元/t。以上水价均未包含排污费^[4]。

通过与自来水水价的比较,淡化水的制水成本和供水价格均高于传统自来水,价格上处于劣势。

4 淡化水利用的主要模式

淡化海水供水模式可分为市政管网供水、直接供水和作为原水供水三种模式。

4.1 市政管网掺混模式

市政管网供水是先将淡化海水进行矿化调值,然后和常规自来水按一定的比例掺混,再通过市政管网输送到用户户的供水模式。此种模式适用于居民生活用水的供给和对分散的中小用户供水,尤其是对于非针对淡化海水设计的市政管网。此种模式在中国和国际已经广泛应用于市政供水。

4.1.1 此种供水模式的优点

(1) 水量稳定

淡化海水产水水量稳定,不会受到干旱等问题的影响,保障率高;如果水厂具有备用产能,不仅可以用于城市供水,还可以在水资源严重匮乏短缺的时段作为城市最可靠的备用水源和应急水源。所以淡化海水不仅是水资源的必要补充,也是城市供水应急处置方案的一种选择。

(2) 水质稳定可控

由于淡化海水水源独立,并具有完善的前处理环节、严格的制水工艺,使得出水水质纯净且稳定可靠,不会受到突发污染、藻类等因素的影响。即使水质出现问题,也可立即切换成传统水源供水,水质保证率高。

4.1.2 此种供水模式的缺点

(1) 成本高但售水价格低

这种模式存在淡化水制水成本高于售水价格的问题。目前京津冀地区水价居全国最高,1t水价格也只有5元。而在北方地区由于海水泥沙含量高、污染严重、冬季温度低等原因,导致淡化海水的成本高。淡化水水价目前在京津冀地区直接进入民用市场是没有竞争力的,必须依靠政府的补贴;更不适合用作农业、景观、生态等领域。

(2) 对出厂水水质要求严格

淡化海水水质良好,生产成本低,所以出厂之后往往作为清水直接和自来水掺混后供入市政管网。这就要求淡化海水的出厂水质不仅满足淡化工艺对淡化能力的要求,还得满足自来水的卫生安全指标,并可以安全地和自来水掺混进入管网,不破坏管网的物理、化学、生物稳定性。为了满足后者,必须对淡化海水进行必要的、严格的后处理。一方面增加了淡化水的成本;另一方面对水质的管理要求更加严格。

4.2 专用管网点点对直接供应模式

直接供水是将高品质的淡化海水通过专为输送海水淡化而设计的专用管道,直接输送至用水户的供水模式。此种模式适用于拥有专为输送淡化海水而建设管道的大型用水户,尤其适用于为需要高品质用水的大型区域。此种供水模式更适合于有较大用水需求和较高用水品质的工业用水户。

4.2.1 此种供水模式的优点

(1) 水量稳定,水质良好

与地表水资源的水量受到多因素影响从而导致水量毫不稳定不同,淡化海水的生产主要由人为因素决定,可以做到供水水量稳定。而且与地表水相比,淡化水水质全面优于地表水水质。

(2) 用户明确,收益有保障

推广淡化海水的最大障碍在于成本过高,难以被普通用户接受。生产淡化海水的成本价已经高于自来水水价,如果用于市政供水,需要政府对差价进行补贴。而对于高端用水

需求来说,这一价格的可接受度较高。

4.2.2 此种供水模式的缺点

不间断供水存在风险。由于淡化水厂向企业供水环节中通常没有调蓄单元且是一个独立的供水系统,如果该区域把淡化海水作为唯一水源,一旦海水淡化厂因为故障停机,将直接影响到区域供水。

4.3 作为原水供水模式

淡化水进入水库和其他水源混合后进入自来水厂,经自来水厂处理后,通过市政管网对用水户供水。

4.3.1 此种供水模式的优点

水量稳定。首先淡化水不受丰枯水的影响,可以很好地配合其他水源,大大提高了供水保证率;其次是水质稳定安全性高,淡化水和其他水源可以在水库中充分掺混,进入自来水厂后还需要再一次处理;最后,自来水厂可根据来水质调节处理工艺,使处理后的自来水具有较好的稳定性。

4.3.2 此种供水模式的缺点

最主要的缺点就是成本太高。淡化水的制水成本本身就已经较常规地表水高出很多。将淡化水引入水库,沿程损失和蒸发渗漏损失会较大。另外,淡化水还需要进入自来水厂再进行一次处理,又增加了供用水成本。

5 京津冀地区的淡化水利用模式的建议

5.1 明确淡化水利用工程的定位

应当全面地分析当地的供水、需水的情况,分析存在的供水缺口,明确海水淡化水的用户和供水范围。在确定了海水淡化水供水对象的前提下,应当根据用户需要以及发展规划,合理制定海水淡化水的产能,确定供水水质和水质保障措施,明确淡化海水在本地区供水水源中的定位。

5.2 淡化水供水模式的选择

根据论文上述三种供水模式的优缺点以及中国京津冀地区的现状情况,建议在京津冀地区优先采用专用管网点对点的供水模式将淡化水优先共给工业企业使用;其次采用是市政管网掺混模式将淡化水作为市政用水利用。

对于沿海有热源的大型用水工业企业,如火电厂、钢铁厂,建议采用点对点的供水模式,最优的方案是自建淡化水工程为自身供水。对于工业用水比较集中的工业园区,建议采用专用管网点对点的供水模式,为需水企业供应生产用水。

对于工业用淡化水的水质可以和企业约定,但工业用淡化水不得随意用于居民和企业工作人员的生活用水。

对于居民用的市政用水,建议采取安全性更高,但经济性较差的市政管网掺混模式供应淡化水。此种供水模式供应的淡化水水质应严格遵守 GB5749-2006《生活饮用水卫生标准》的要求,不仅出厂水符合以上标准,到达终端用水户是也必须满足以上标准。由于此种供水模式的供水满足 GB5749-2006《生活饮用水卫生标准》,故其不但可以用于生活也可用于工业。

5.3 完善淡化水水质监管体系

目前,淡化水利用的管理体系尚不完善,不仅京津冀地区无统一的管理模式,即使在同一省份不同地区对淡化水利用工作的管理也不同。各部门对淡化水的管理存在职能交叉、管理空白、职责不明确的问题,在管理过程中有时会发生矛盾,缺乏对海水利用和海水淡化进行引导、统筹、协调和实施监督的主管机构^[5]。

京津冀地区应尽快,建立淡化海水与区域传统水统一调配机制,统筹区域内各种水源的利用,将淡化海水利用纳入水资源管理之中。可尝试设立淡化水利用试点地区并摸索总结出一套符合水资源统一规划的管理体系,总结成功经验。各地应结合本地区实际情况,根据政府职责划分,建立和完善淡化海水利用的组织机构。

参考文献

- [1] 高从堦,陈国华.海水淡化技术与工程手册[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [2] 王世昌,海水淡化工程[M].北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 周潮洪,朱金亮,韩旭,等.天津市南水北调与海水淡化的互补关系研究[J].南水北调与水利科技,2015(07):127-129
- [4] 周潮洪,韩旭,董立新,等.海水淡化与后处理[M].天津:天津大学出版社,2017.
- [5] 阮国岭,冯厚军.国内外海水淡化技术的进展[J].中国给水排水,2008,24(20):86-90.