

建立节水减碳换算的必要性刍议

李 东

西安思源学院, 陕西 西安

收稿日期: 2021年9月27日; 录用日期: 2021年10月29日; 发布日期: 2021年11月8日

摘 要

为了完善低碳节能环保机制, 促进绿色生活方式发展, 有必要利用节水节电等价的原则, 建立精确计算节约一吨水等于减少排放多少吨二氧化碳的方法。按西安市2021年9月所查的水价和电价, 节约一吨水等于减少排放10.03公斤二氧化碳。并计算出: 9年间, 西安思源学院处理670万立方米的污水, 产出440万立方米符合国家标准再生水的并全部回用, 相当于减少排放44,132吨二氧化碳。

关键词

节水减碳, 水电等价, 碳交易, 再生水回用

A Study of the Necessity of Establishing the Conversion between Water Saving and Carbon Reduction

Dong Li

Xi'an Siyuan University, Xi'an Shaanxi

Received: Sep. 27th, 2021; accepted: Oct. 29th, 2021; published: Nov. 8th, 2021

Abstract

In order to improve the low carbon energy conservation and environmental protection mechanism and promote the development of green lifestyle, it is necessary to use the principle of same price between water saving and electricity saving to calculate one ton of water saving is equivalent to how many tons of carbon dioxide emissions reduced. According to the water price and electricity price checked in Xi'an in September 2021, saving a ton of water is equal to reducing emissions of 10.03 kilograms of carbon dioxide. It is also calculated that in the past 9 years, Xi'an Siyuan

University has treated 6.7 million cubic meters of waste water, producing 4.4 million cubic meters of reclaimed water meeting national standards. All reclaimed water has been reused, equivalent to reducing the emission of 44,132 tons of carbon dioxide.

Keywords

Water Saving and Carbon Reduction, Water-Electricity Equivalent, Carbon Trading, Reclaimed Water Reuse

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

自 2020 年 9 月中国对外宣布“力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”起，减少二氧化碳排放就正式提为实现百年梦想的实施步骤。2021 年 7 月 16 日，作为推动实现双碳愿景的重要政策工具，全国发电行业碳市场率先启动统一碳排放权交易。首批纳入的发电行业重点排放单位共 2162 家，覆盖约 45 亿吨二氧化碳排放量。交易首日结束时，成交量达到 410.4 万吨，成交额超过 2.1 亿元[1] [2]。石油化工、钢铁建材等高排放行业必将陆续纳入碳排放权交易，最终会形成一个超千亿元的全国碳排放权交易市场。在讨论节能减碳环保的过程中，总感到似乎缺少一个要素——水。从目前节能减碳环保的宣传看，节水似乎与减少二氧化碳排放没有直接联系起来。节约一度电相当于减排 0.997 千克二氧化碳，以及相应量的二氧化硫和氮氧化物。但是到目前为止，还没有给出节约一吨水等于减少多少二氧化碳排放。既然节水与节电都是政府提倡的环保措施，那么节约一吨水也应该像节约一度电一样可以计算出减少多少二氧化碳排放。这种节水减碳换算既进一步阐明“节水节电建立低碳绿色生活方式”的宣传，也有利于进一步推广污水处理再生利用，以至于更全面推动双碳愿景的实施。为此本文就是否需要建立节水减碳的概念，如何进行水电等价换算步骤进行讨论，以期完善低碳节能环保机制，促进绿色生活方式发展。

2. 节水与减碳

2.1. 可能性

从历史上说，节水在前，减碳在后。1993 年 1 月 18 日，第四十七届联合国大会作出决议，确定每年的 3 月 22 日为世界水日。地球上的总水量为 14 亿立方千米，淡水储量仅占全球总水量的 2.53%，人类可能利用的只有地下水、湖泊淡水和河床水，三者总和约占地球总水量的 0.77%。除去不能开采的深层地下水，人类能够利用的淡水实际只为地球上总水量的 0.26%左右。到目前为止，人类淡水消费量已占全世界可用淡水量的 54%。2021 年“世界水日”及“中国水周”的宣传口号之一是“水是生存之本，文明之源，生态之基”。定下“世界水日”的几年后，1997 年的 12 月，《联合国气候变化框架公约》第三次缔约方大会在日本京都召开。149 个国家和地区的代表通过了旨在限制温室气体排放量以抑制全球变暖。提出气候变化将会导致地面臭氧浓度的升高，最终造成更严重的多种自然灾害，如旱灾、暴雨、洪水、热浪、和野火，海平面加速上升，使水资源，农业，野生动物和生态系统处于危机之中。节水与减碳的行动虽然有先有后，但都为了人类的“明天会更好”。节水与减碳不是分割、独立的，而是可以关联的。

2.2. 必然性

习近平总书记在 2014 年 3 月 14 日的中央财经领导小组第五次会议上,明确提出“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的新时期水利工作思路。“节水优先、两手发力”包含着“分质利用、开源节流”的辩证唯物主义。早在 2009 年 8 月 14 日,财政部、环保部和江苏省政府在无锡举行启动仪式,太湖流域在全国率先启动了排污权有偿使用和交易试点。但交易商品仅为化学需氧量(COD),价格为每吨指标 4500 元。当日成交 817 吨(值 367 万元),共向当地财政部门支付了 295 万元的有偿使用金。早期的尝试主要是想确立起“谁污染、谁埋单;谁治污、谁受益”的市场体系。水排污权交易发展的最主要难题,在于没有一个跨地域、跨行业的统一交易平台[3] [4]。即使有,但国家对回用水的指标要求,除 COD 以外,还有总磷、总氮、浊度、颜色、气味等。“二氧化碳排放权”不应当等同于“水排污权”,而应当等同于“再生水回用”义务。污水只是原材料,再生水仅为中间产品,回用水才真正是商品,即符合国家中水回用水质标准的达到商品质量要求,而回用的市场决定其价值。从再生水回用的价值角度看:用于地下水回补的再生水是输送到地下,价值最低,或者说只有社会效益。在各地的水价中,农业用水的价格虽然高于水资源费,但却低于居民用水和工商业用水的价格。用城市自来水冲厕、绿化、洗车和将回用水于回补地下都不符合节水优先的国家战略。节水与减碳应该关联。

2.3. 必要性

习近平总书记从 2005 年提出的“绿水青山就是金山银山”,到 2021 年重申中国“碳达峰、碳中和”的承诺都揭示低碳节能环保是一场中国人都必须参与的广泛而深刻经济社会系统性变革[5]。面对严峻的“双碳”目标,只有政府、企业等参与经济社会变革是远远不够的,每个人都必须参与[6]。改革开放以来,中国从计划经济体制向社会主义市场经济体制探索发展。在这个过程中,对于一些民生必须品(水、电、煤气等),政府正逐步从福利型供应模式向社会主义市场经济型供应模式过渡。若不进一步让消费者个人算得清,守约束,消费者个人将丧失实行低碳生活的自主性与积极性。“算得清”意味着人人都能像知道节约一度电可以减少排放 0.997 公斤二氧化碳那样知道节约一吨水可以减少排放多少公斤二氧化碳。再说,碳中和(carbon neutral),是通过计算二氧化碳的排放总量,然后通过植树造林的方式,利用绿色植物的光合作用,把这些排放的二氧化碳吸收转化为氧气,以达到环保的目的。农业谚语所说:多收少收在于肥,有收没收在于水。没有水就没有树,没有树就保不住水,也进行不了碳中和。对于中国来说,水的资源分布使得节水与减碳必须统一考虑、衡量、和核算,特别是对于大西北。全国 600 多个城市中有一半以上城市不同程度缺水。而中国的人均水资源占有量仅相当于世界人均水资源占有量的 1/4,位列世界第 121 位,是联合国认定的“水资源紧缺”国家。比如西安就是一个水资源极其短缺的城市,人均占有地表水资源 310 立方米,仅为全国的 1/6。中共中央、国务院最近印发“黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要”[7]。在这个纲要文件中,“把水资源作为最大的刚性约束”已经体现国家战略导向,即“以水定城,以水定地,以水定人,以水定产”。因此,节水与减碳必须关联。

3. 水电等价换算

既然节水与减碳可以、应该、也必须关联,那么剩下的问题是根据什么和如何计算节约一吨水等于减少排放多少吨二氧化碳?

3.1. 换算的根据

商品的价格是由商品的价值决定的,会受到供求关系的影响。价格是商品的加和价值在流通过程中所取得的转化形式。几种不同的商品是可以根据等价的原则进行等价交换的。二氧化碳和回用水是我们

感兴趣的商品。回用水是需要用钱购买的，但是没有人会出钱去购买二氧化碳。尽管没有人会出钱去购买二氧化碳，但是人们会出钱去购买电。那么购买相同价格的水就可以和购买相同价格的电等价交换。这就是水电等价的原则，也是节水减碳换算的根据。因为商品的价格会受到供求关系的影响，所以全国各地的水费跟电费都是不一样的。主要原因就是要看当地的地理位置、降水量、水和电力的输送难易、资源的稀缺程度等各方面的影响。每一个特定的城市，其水价和电价虽然计价种类繁多，但统一由当地供水供电局明码标价。

3.2. 换算的步骤

根据节水节电等价的前提，计算节约一吨水等于减少排放多少吨二氧化碳。现在以西安思源学院的污水处理再生水回用的实例来计算说明什么是水电等价；怎么进行节水减碳计算。

西安思源学院利用有限的自有资金建立 MBR 膜生物反应器污水处理厂。从 2011 年 9 月投入运转，至 2020 年 12 月，9 年共处理 670 万立方米的污水，产出 440 万立方米符合国家标准再生水(GB/T 18921-2002)并全部回用于校园里教学楼、实验楼、学生宿舍等大小 32 栋建筑物的 1000 多间卫生间冲洗和 48 万平方米绿化地浇灌。回用了 440 万立方米再生水相当于节约 440 万立方米水[8]-[13]。

查西安思源学院所在地西安市 2021 年 9 月按非居民用水收费每立方米 5.80 元。

查西安思源学院所在地西安市 2021 年 9 月按工商业及其他用电费每度 0.5764 元。

节约一吨水等于减少排放多少二氧化碳的计算：

$$1\text{立方米} * 0.997 \frac{\text{公斤}}{\text{度电}} \frac{5.8 \frac{\text{元}}{\text{立方米}}}{0.5764 \frac{\text{元}}{\text{度电}}} = 10.03\text{公斤} \quad (1)$$

计算结果显示，按照水电等价的规则，根据西安市的水价和电价，节约一吨水等于节约 10.06 度电。乘以 1 度电的二氧化碳排放系数得：节约一吨水等于减少排放 10.03 公斤二氧化碳。

按照以上的方法，计算节约 440 万立方米水等于减少排放多少吨：

$$4400000\text{立方米} * 0.997 \frac{\text{公斤}}{\text{度电}} \frac{5.8 \frac{\text{元}}{\text{立方米}}}{0.5764 \frac{\text{元}}{\text{度电}}} = 44132000\text{公斤} = 44132\text{吨} \quad (2)$$

计算结果显示，节约 440 万立方米水等于节约 44,264,000 度电。节约 440 万立方米水等于减少排放 44,132 吨二氧化碳。

按 7 月 16 日下午 3 时，全国碳市场的每吨二氧化碳收盘价 51.23 元算，减少排放 44132 吨二氧化碳值

$$44132\text{吨} * 51.23 \frac{\text{元}}{\text{吨}} = 2260882\text{元}$$

以上例子是根据西安市的水价和电价计算出节约一吨水等于减少排放 10.03 公斤二氧化碳。水费和电费是要看当地的地理位置、降水量、水和电力的输送难易等各方面。在北方缺水的城市，如河北省保定市，节水减碳的效果则更明显。

查河北省保定市 2021 年 9 月按非居民用水收费每立方米 9.35 元。

查河北省保定市 2021 年 9 月按工商业及其他用电费每度 0.5394 元。

计算节约 440 万立方米水等于减少排放多少吨：

$$4400000 \text{ 立方米} * 0.997 \frac{\text{公斤}}{\text{度电}} \frac{9.35 \frac{\text{元}}{\text{立方米}}}{0.5394 \frac{\text{元}}{\text{度电}}} = 76041120 \text{ 公斤} = 76041 \text{ 吨} \quad (3)$$

计算结果显示,按河北省保定市的水价和电价,节约 440 万立方米水等于减少排放 76041 吨二氧化碳。

在南方水资源丰富的城市,如广东省深圳市,节水减碳的效果则没那么明显。

查广东省深圳市 2021 年 9 月按非居民用水收费每立方米 5.14 元。

查广东省深圳市 2021 年 9 月按工商业及其他用电费每度 0.5879 元。

计算节约 440 万立方米水等于减少排放多少吨:

$$4400000 \text{ 立方米} * 0.997 \frac{\text{公斤}}{\text{度电}} \frac{5.14 \frac{\text{元}}{\text{立方米}}}{0.5879 \frac{\text{元}}{\text{度电}}} = 38353720 \text{ 公斤} = 38353.7 \text{ 吨} \quad (4)$$

计算结果显示,按广东省深圳市的水价和电价,节约 440 万立方米水等于减少排放 38353.7 吨二氧化碳。

4. 结语

从庄严的“碳达峰、碳中和”承诺,到全国发电行业二氧化碳交易市场的响锣都意味着低碳节能环保需要建立节水减碳的规则。

因为节水与减碳可以、应该、也必须关联的,所以有必要建立节水减碳换算。为了完善低碳节能环保机制,促进绿色生活方式发展,利用节水节电等价的原则,按西安市的水价和电价,节约一吨水等于减少排放 10.03 公斤二氧化碳。

西安思源学院的 MBR 膜生物反应器污水处理厂,从 2011 年 9 月至 2020 年 12 月,共处理 670 万立方米的污水,产出 440 万立方米符合国家标准的水再生水并全部回用。再生水回用如视为节约水 440 万立方米,等于减少排放 44,132 吨二氧化碳。

基金项目

陕西省水利厅科技计划项目,合同名称:高校中水回用系统技术标准体系研究(合同编号:2021slkj-14)。

参考文献

- [1] 柴麒敏,蒋勇.探索机遇——“减污降碳”协同发展新思路[J].中国环保产业,2021(8):14-18.
- [2] 李斐.碳市“起航”[J].国企管理,2021(18):98-103.
- [3] 王康鹏.环保产业:从危机到商机[N].第一财经日报,2009-09-16(C01).
- [4] 王康鹏.从危机到商机中国环保产业链日渐壮大[J].中国科技投资,2010(4):25-27.
- [5] 习近平:共同构建人与自然生命共同体[N].人民日报,2021-04-23(002).
- [6] 赵梦霏,冯连勇.个人碳普惠势在必行[J].能源,2021(9):28-30.
- [7] 中共中央国务院印发《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》[N].北京日报,2021-10-08.
- [8] 李东,张洪生,付波,等.5 年 A²O/MBR 中水回用系统经济调查分析——以西安思源学院为例[J].给水排水,2017,43(S1):163-166.
- [9] 李东,郝静远,马青华,等.MBR 工艺的长期运行数据分析[J].净水技术,2019,38(6):92-96+130.

- [10] 周士恒, 王青华, 付波, 等. 西安思源学院污水处理厂 MBR 工艺多年运行情况分析[J]. 山西科技, 2020, 35(4): 84-87.
- [11] 郝静远, 李东, 马青华, 等. A²/O-MBR 污水再生回用成本精算及经济评价——以西安思源学院为例[J]. 山西科技, 2019, 34(1): 125-128+132.
- [12] 郝静远, 李东, 张学梅, 等. 思源 A²/O-MBR 多年运行效果与其他相似范例的比较分析[J]. 山西科技, 2018, 33(6): 121-123+127.
- [13] Zhang, X.M., Hao, J.Y., Ma, Q.H., *et al.* (2020) Comprehensive Analysis of 9-Year Running Data of A²O-MBR in Xi'an Siyuan University. *Meteorological and Environmental Research*, **11**, 139-143.