钢铁企业供污水系统改造项目的费用效益分析*

李 爽[1],白 昊[2],张 勇[3]

(1. 包头铁道职业技术学院,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢炼铁厂,内蒙古 包头 014010;
3. 华东师范大学生态与环境科学学院,上海 200241)

摘 要: 供污水改造项目是北方某钢铁企业子公司的一项节水改造项目,它是钢铁企业提高效率、谋求发展的一项实事工程,在节水方面具有明显的经济、环境和社会效益。文章在计算节水量和排水量的基础上,采用费用效益分析法评估了项目在节水上的经济效益;采用定量与定性相结合的方法评估了环境效益;采用定性分析评价了社会效益,并总结了适用钢铁企业节水项目评估的一般方法。

关键词: 钢铁企业; 费用效益分析; 节水改造
中图分类号: F224.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2019)05-0075-04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2019.05.021

Cost-benefit Analysis on Sewage System Transformation Project of Iron and Steel Enterprises

Li Shuang[1], *Bai Hao*[2], *Zhang Yong*[3]

(1. *Baotou Railway Vocational and Technical College, Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Rare Earth Steel Iron-making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
3. *School of Ecological and Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai* 200241, *China*)

Abstract: The sewage transformation project is a water-saving transformation project for subsidiary of a northern iron and steel enterprise, which is a practical project that could improve efficiency and seek development for iron and steel enterprises as well as it is with the significant economic, social and environmental benefits of water saving. In the paper, the economic benefits of water saving are evaluated with benefit-cost analysis on the basis of calculating the amount of saving water and water discharge; the environmental benefits are evaluated combining the quantitative method and qualitative method; the social benefits are assessed with the qualitative analysis. Finally, the conventional methods suitable for iron and steel enterprises to evaluate water saving projects are summarized.

Key words: iron and steel enterprises; cost-benefit analysis; water-saving transformation

钢铁企业节水改造具有显著的经济效益、环境效益和社会效益。对钢铁企业的节水改造进行费用效益评估,不仅能够全面、科学地评价节水改造项目的经济、环境及社会效益,并且可以提高钢铁企业形

* **收稿日期:** 2019-07-22
作者简介: 李 爽(1987-),女,贵州省都匀市人,讲师,现从事环境管理教学工作。

中国知网 https://www.cnki.net

象和节水积极性，达到国家节能减排要求，践行国家“水十条”计划，推动国家节水型社会建设和生态文明建设。目前，国内对节水器具改造、农业节水、水利工程及企业中水回用等方面的效益分析有着广泛及深入的研究，较少对钢铁企业供水及污水系统工程改造项目的效益评估，供水系统改造不仅能在源头上解决企业取水较多的问题，而且污水系统可以减少排污，提高水资源利用率[1]。因此，本文以北方某钢铁企业（简称“钢铁企业”）新体系供污水系统改造项目效果评估（以下称“供污水改造”）为例，进行节水效益评估方法及案例的研究分析，采用效益费用分析方法对钢铁企业供污水系统改造项目的经济效益、社会效益以及环境效益进行评估。

1 项目概述

1.1 供污水系统改造的背景

供污水改造项目是北方某钢铁企业子公司的一项节水改造项目，它是钢铁企业提高效率、谋求发展的一项实事工程。北方某钢铁企业生产生活用水的取水为黄河水，而黄河承担着中国整个北方地区国民生活和生产的需求，由于国家水利部黄河水利委员会对各地用水指标的控制非常严格，并且企业的黄河水用水指标已非常紧张，大量的取用黄河新水已不现实。因此，只有改造现有制水设施及污水处理厂，对污水进行深度处理，加大对污水重复利用率对于企业来说已迫在眉睫。

项目的实施可为钢铁企业提供安全可靠的高品质水源，解决了企业的用水需求矛盾，为企业的大规模发展奠定了坚实的基础。同时，极大地减少了厂区污染物排放量，这对黄河流域污染物总量的消减和环境容量的扩容具有积极地推动作用和典型示范意义。

1.2 供污水系统的概况

供污水改造项目自2012年下半年开始设计施工，总投资27 734.49万元，包括建筑费、设备费、安装费等（详见图1），2014年逐步投产运行。此项目采用黄河预沉水作为水源，供水水量2 400 m^3/h（设备规模3 600 m^3/h），利用该水源制备出成品水包括生活消防用水和生产新水。项目建设内容包括：原水提升泵站、综合提升泵站、中间水泵站、污泥浓缩池、污泥处理间、机械加速澄清池、V型滤池、生活水消毒间、膜处理间、鼓风机房、10 kV开关站等。

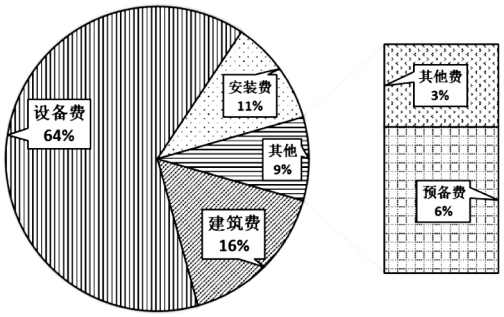


图1 项目的各项投资费用

供污水改造项目主要以新水站为主从黄河取原水，经过一系列的净化处理供与各部门的生活用水及生产用水，所有的生产生活排水经过排污管道直接进入项目中的污水站处理后再回用。其中，生产用水由三部分组成，包括新水站制水、污水站回用水及老体系排水。项目整个取水、给水、用水流程图见图2。

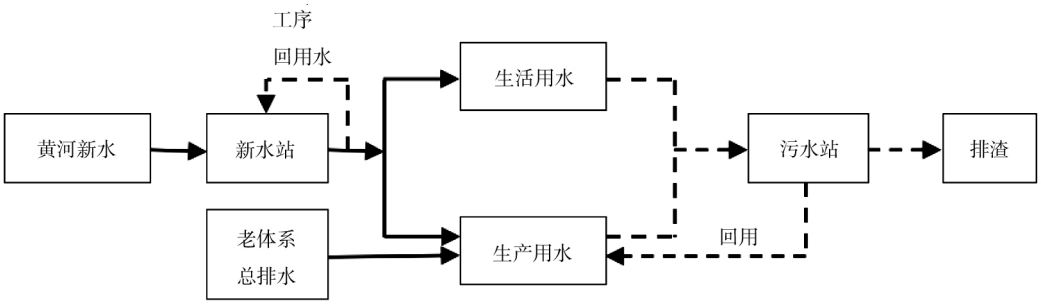


图2 取水、给水、用水流程图

2 节水效益评估方法

改造项目的节水效益包括经济效益、环境效益和社会效益，对不同的效益需采用不同的评估方法。本项目针对供污水改造项目的实际情况进行效益评估，对项目的经济效益采用费用效益法为主，对环境

中国知网 https://www.cnki.net

效益则采用定性和定量评估相结合的方法，对社会效益主要以定性分析研究[2]。

2.1　节水量与减排量的计算方法

供污水改造的节水量、减排量的核算是项目节水效益评估的基础，需要有具体的计算方法。

2.1.1　节水量的计算

按照企业每月的统计数据，根据系统用水流程计算可得。供污水改造的节水量包括三个部分：

(1) 供污水体系中的新水站在制水的过程中会把一部分制水时产生的工序用水回收；

(2) 生活污水和生产污水通过排污管道进入体系的污水站，经过处理达标后用于生产；

(3) 老体系的排水经过处理达标后，供新体系生产使用。

这三部分的水加起来为企业改造项目的总节水量，则可算出年节水量与累计节水量。其中，年节水量为每月节水量的总和，累计节水量为从体系运行开始到现在的节水量。

2.1.2　减排量的计算

按照企业每月的统计数据加和得出。减排量包括新体系中生活污水和生产污水通过总排管经污水站处理后的水，以及老体系总排水。

2.2　经济效益的估算方法

经济效益评估采用效益费用分析方法。直接经济效益包括因系统自制的生活用水而节约的自来水费，以及自制的绿化用水而减少的绿化用水费。由于自来水和绿化用水都具有一定的市场价值，因此采用市场价值法计算，即所用的水乘以相关的水价得到。

在费用效益分析中，必须考虑时间的因素，运用社会贴现率把不同时期的费用或效益化为同一水平年的现值，使整个时期的费用或效益具有可比性。不同年度的经济效益，均按照当年的价格折算到 2016 年现值。公式为[3]：

$$\mathrm{PVC} = \sum_{t}^{t} = 1 \frac{C_t}{(1+r)^t} \tag{1}$$

$$\mathrm{PVB} = \sum_{t}^{t} = 1 \frac{B_t}{(1+r)^t} \tag{2}$$

其中：PVC 为总费用的现值；PVB 为总效益的现值；C_t 为第 t 年的费用；B_t 为第 t 年的效益；r 为社会贴现率(取 8%)；t 为时间(通常以年为单位)。

2.3　社会效益的估算方法

采用信息收集法对社会效益进行评价，社会效益包括企业社会影响力的提升以及周边居民对环境改善的认可。

3　项目效益评估及分析

3.1　供污水改造项目的节水量与减排量

节水改造项目自 2014 年起随新体系建设逐步投产，到 2016 年实现全面生产。所以，取近三年(2016 年至 2018 年)耗水数据进行统计分析。据统计和计算，项目自 2016 年至 2018 年，通过回收新总排污水以及取用老总排污水累计节约黄河水 3 189.93 万 m^3，其中包括老总排补水 1 614.37 万 m^3、新总排水 1 575.56 万 m^3。同时，通过回用制水工艺过程产生的污水 290.23 万 m^3，累计减少工业污水排放 3 480.16 万 m^3。2016 年到 2018 年节水、减排以及粗钢产量情况对比见图 3，由图中可知，企业节水减排量与产品产量呈正相关。

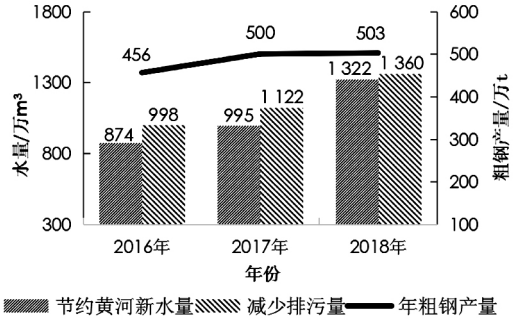


图 3　2016—2018 年节水、减排及粗钢产量对照

3.2　经济效益的评估

按照某市工业用水价格 4.5 元/m^3，2016 年到 2018 年累计节约黄河水 3 189.93 万 m^3 进行估算，项目 3 年共节约水费 14 354 万元。根据式(2)按照 8% 的社会折现率折现至 2018 年，项目累计节省水费 14 033.49 万元，节水量及费用见表 1。该项目共投资 27 735 万元，经过计算，项目节水方面的效益费用比为 0.51，3 年的节水效益已超过投资费用的一半，为企业加速资本回收，提升资本运作效率创造了十分可观的经济效益。

表 1　改造综合统计

年份	生产节水量/万 m^3	生产节水费/万元	生产节水费折现/万元
2016	873.77	3 931.97	4 586.25
2017	994.58	4 475.61	5 220.35
2018	1 321.58	5 947.10	4 226.89
总计	3 189.93	14 354.68	14 033.49

中国知网　https://www.cnki.net

3.3 环境效益的评估

项目从2016年至2018年累计减少黄河取水3 189.93万m^3,减少污水排放3 480.16万m^3,按照国家《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A排放标准排放污水中含COD 50 mg/L计算,3年内累计减少COD的排放共1 740 t。可见项目在减少黄河水使用上缓解了对本市自然水环境生态的影响,同时通过减少污水及污染物的排放降低了本区域内水体的污染程度,在环境生态的改善方面创造了显著的"环境效益"。

3.4 社会效益的评估

此项目的建成,在企业生产能耗方面同样做出突出贡献,节约了钢铁企业全流程工序下的新水消耗量,将本企业吨钢耗新水量降至2.7 m^3/t,不仅降低了企业工序能耗水平,也为企业降低了产品运营成本,提高了产品利润值,增强了企业产品在国内及国外市场上的竞争力,并且改善了企业的生产环境,使得职工能更好的为企业服务。

4 结论

(1)供污水改造项目是北方某钢铁企业的一项节水改造项目,它是钢铁企业提高效率、谋求发展的一项实事工程。项目的实施产生了巨大的经济效益、节水效果和企业知名度的提升,可为类似钢铁企业的改造提供借鉴。

(2)项目在节水方面实现了经济、环境和社会效益的三赢。它是以环境效益为目标,在达到环保要求基础上的经济效益的提升和良好的社会反响。

(3)开展项目在节水方面的效益评估,对推进节水减排政策,完成节水及污染物总量控制指标上有着重要的作用。本文在污水改造项目节水效益评估的基础上,总结了钢铁企业节水项目效益评估的一般适用方法。

参 考 文 献

[1] 李爽,张海迎. 城市大规模节水器具改造的费用效益分析案例[J]. 给水排水,2012,38(5):143-147.

[2] 李振东. 环保投资的费用—效益分析[J]. 中国环保产业,2002,2:42-45.

[3] 张妍. 费用效益分析在项目评估中的运用[J]. 环境科学导刊,2009,28(增刊):21-22.

(上接第74页)

先进高效和环保的CCPP发电技术,从有限的经营资源中挖掘更多的经济效益,是所有冶金企业的发展趋势,同时提高了环境保护和资源综合利用水平,因此CCPP发电机组在冶金企业将会受到越来越高的重视和支持。

参 考 文 献

[1] 薛福培. 我国工业燃气轮机的现状与前景[A]. 天然气在热电联产中的应用专题研讨会论文集[C]. 南京:中国电机工程学会,2002,64-77.

[2] 刘尚明,何皑,蒋洪德. 重型燃气轮机控制发展趋势及未来关键技术[J]. 热力透平,2013,42(04):217-224.

[3] 王欢. 燃气轮机辅机控制系统的设计研究[D]. 秦皇岛:燕山大学,2015.

[4] 蒋洪德,任静,李雪英,等. 重型燃气轮机现状与发展趋势[J]. 中国电机工程学报,2014,34(29):5096-5102.

[5] 蔡宁生,崔荣繁,陈克杰,等. R0110重型燃气轮机的自主研发[J]. 燃气轮机技术,2014,(03):1-7.

[6] 裴宏峰. 建设燃气-蒸汽联合循环发电机组高效回收和利用钢铁企业煤气资源[J]. 鞍钢技术,2004,(5):41-42.

[7] GB 13223—2011,火电厂大气污染物排放标准[S].

中国知网 https://www.cnki.net