

The Influence Mode and Countermeasure of Coal Mining on Water Resources

Yanhui Li¹, Yian Zhang¹, Mingyue Chen²

¹Longwanggou Coal Mine, Ordos Guoyuan Mining Development Co. Ltd., Ordos Inner Mongolia

²School of Resources and Earth Sciences, China University of Mining & Technology, Xuzhou Jiangsu

Email: 15152117279@163.com

Received: Aug. 22nd, 2019; accepted: Sep. 9th, 2019; published: Sep. 16th, 2019

Abstract

Coal resources have an important place in the energy structure of China in the coming decades. Water resources are consumed and polluted during the mining process. On the other hand, mining subsidence also exerts serious influences on surface runoff and environment, and water extracted from the coal mine could pollute water resources. The influences of coal productions on water resources vary across different regions, having different characteristics and consequences in different stages of coal mining. The methods that could mitigate the negative influences of coal production on water resources are: implementing water-preserved-mining method, enhancing water saving measures and recycling of mine water. Goals of these methods in the future include several aspects: 1) Comprehensively evaluating the carrying capacity of water resources in a mining area; 2) Conducting a detailed program for recycling of water resources; 3) Developing suitable and viable water-preserved mining method; 4) Establishing a system in a coal mine for water purification, storage and recycle; 5) Practising water saving measures strictly implemented during the mining process.

Keywords

Coal Mining, Water Resources, Pollution, Influence, Countermeasure

煤炭开采对水资源的影响方式及对策

李延辉¹, 张义安¹, 陈铭岳²

¹鄂尔多斯市国源矿业开发有限责任公司龙王沟煤矿, 内蒙古 鄂尔多斯

²中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏 徐州

Email: 15152117279@163.com

收稿日期: 2019年8月22日; 录用日期: 2019年9月9日; 发布日期: 2019年9月16日

摘要

煤炭数十年内仍将在中国能源结构中占有重要地位。煤炭开采过程中,会消耗水资源、破坏水资源;煤矿塌陷对地表水径流及地表环境也有严重影响;煤炭排水等因素也会污染水资源。煤炭生产对水资源的影响在不同区域和煤炭开采的不同阶段有不同特点和后果。减轻煤炭生产对水资源破坏和影响的方法有:实施保水开采方法,加强节水措施,实施矿井水资源化。该方面的发展方向为:1) 综合评价矿区水资源承载能力;2) 分类做好水资源化方案;3) 研究更可行的保水开采方案;4) 建立井下净化、储存、回用系统;5) 厉行节水开采。

关键词

煤炭开采, 水资源, 破坏, 影响, 对策

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

我国煤炭资源总量约 5.9 万亿吨,占一次能源总量的 94.22%。煤炭在我国能源结构中一直占第一位,2015 年,我国煤炭产量 37.5 亿吨,占国内能源消耗总量 66% [1]。预计到 2030 年,我国煤炭消费占总资源量的仍达到 50%~55% [2]。

煤炭的开采过程中,必然会破坏和影响水资源,而我国又是缺水国家,特别是煤炭发展的重点区域——中国西北的山西、陕西、内蒙等省,更是严重缺水区域。煤矿开采对水资源的影响也成为了制约矿井开采的重要因素[3] [4],并且已有学者进行了相关研究,柳宁通过公式估算法,瞬变电磁和 GMS 等方法研究了煤矿开采对地下水资源的影响[5];彭捷研究了榆神府区采动对潜水含水层的影响[6];王伟研究了煤矿开采对地下水环境的影响[7];秦润端研究了山西省煤炭开采对地下水的影响[8]。但这些研究都是针对于某一矿区或某一区域,因此,有必要深入研究煤炭开采对水资源的影响,并提出积极的对策。

2. 煤炭开采对水资源影响的不同形式

煤炭开采对水资源的影响不仅表现在煤矿开采过程矿井涌水排水,煤炭破坏作用还破坏含水系统的完整性,矿井排水有污染其它水资源的可能性。

2.1. 煤炭开采及洗选过程中消耗水资源

和其它工业生产一样,煤炭开采过程中,要消耗水资源。表 1 是某煤矿初步设计中给出中用水量要求,包括生活用水(仅指煤炭生产工作人员生活用水)、煤炭生产用水,合计 3779 m³/d。如果按产量折算,相当于每生产一吨煤需要用水 11.5 m³。该矿井防火灌浆用水 575 m³/d,扣除此部分,每生产一吨煤需要用水 9.7 m³。表 1 是根据《煤炭工业给水排水设计规范》计算出来的,而规范是多年生产实践的总结,说明吨煤 9.7~11.5 m³ 的数据是可靠的。如果按此计算,全国每年煤炭生产消耗水量约为 375 亿 m³。

Table 1. Water consumption scale of a mine (1.2 Mt/a)
表 1. 某矿井(1.2 Mt/a)用水量表

用水类型	生活用水	生产用水		合计	备注
		井下生产用水	地面生产用水		
用水量(m ³ /d)	2010.89	1278.11	490	3779	其中防火灌浆 575

2.2. 煤炭开采对水资源的破坏及影响

2.2.1. 开采对水资源的破坏

煤炭开采过程中, 不仅生产及洗选过程中要消耗水资源, 同时, 煤炭生产过程也会对水资源产生直接破坏和间接影响。直接破坏是指在煤炭开采过程中, 直接揭露或者沟接含水层(地表水体), 导致含水层的水资源的流失的过程。开采破坏含水层流出的水量包括矿井正常涌水量和矿井突水量。

矿井正常涌水量是矿井开采过程正常状态下保持相对稳定的总涌水量。据有关文献资料[9], 我国平均每开采一吨煤, 要造成 2 m³ 地下水流失, 据此推算, 全国每年因煤炭开采导致地下水流失约 75 亿 m³。

矿井突水更会造成短时间内含水层水量的大量流失。如开滦矿区的范各庄煤矿陷落柱突水, 瞬时水量高达 2053 m³/min; 任楼煤矿 7222 陷落柱突水, 瞬时水量达 576 m³/min, 造成距出水点 20 公里以外的奥灰含水层水位观测孔水位下降了 5 m [10]。

2.2.2. 开采对水资源的影响

开采破坏不仅导致水资源流失, 同时也破坏地下水系统结构的完整性。因此, 煤炭开采还会对水资源产生深远的影响。

首先, 采动破坏隔水层的完整性, 导致不同含水层的地下水的混合。同时采动过程中接近煤层直接充水含水层失水后, 地下水系统的压力平衡破坏, 导致地下水水量水质的重新分配。从多个矿井的观测资源分析, 在煤炭开采过程中, 不仅直接充水含水层水位发生变化, 其它含水层的水位水质也发生变化 [11]。

其次, 开采造成地面塌陷改变了地面形态, 改变地面径流关系。开采不仅影响地下水, 对地表水也有较大影响。按塌陷角的规律, 塌陷区范围要大于开采面积。目前, 全国由于煤炭已形成了大面积的塌陷区, 据有关文献[12] [13] [14], 济宁矿区 2013 年塌陷区积水面积已达 37.82 Km², 淮北矿区 2009 年塌陷面积达 166.8 Km², 淮南矿区 2009 年塌陷面积达 105 Km²。在中国东部地区, 塌陷区导致浅层潜水出露, 造成大面积积水, 改变了地表水的原有系统和生态。在西部, 虽然没有出现大面积积水现象, 但开采同样改变了地形地貌, 从而改变地表水径流条件。由于西部地区本身环境脆弱, 开采对地下水及植被等影响更为危险[15]。

2.3. 煤炭开采对水资源污染

煤炭开采对水资源污染表现在两个方面, 首先, 煤矿开采过程矿井涌水经过了生产过程污染。不同矿井的地质条件、开采方式不同, 其矿井水的水化学特征不一样。据有关资料[16], 矿井水可能存在悬浮物、高矿化度、酸性大、含有害重金属离子等一个或几个特征。污染的矿井水如不经净化处理排水, 会对附近的水资源产生有害影响。

其次是煤炭开采过程产生的矸石对水资源的污染。煤炭开采过程中出现矸石是不可避免现象。所谓矸石是煤矿生产中所破坏的岩石、煤炭及其它杂物的混合物。大量的矸石只有露天堆放, 在淋滤作用产生的有害元素会对附近的水资源产生污染[17]。

通过分析可知,煤矿开采对地下水资源量、地下水系统、地下水水质都会产生影响,煤矿在开采过程中会引起地下含水层发生变化而导致地下水流失,水资源量减少;也会造成地下水应力失衡,进而可能产生地面塌陷现象导致地下水原有系统被破坏,对地表水及植被有很大影响;煤矿开采必然会产生矿井水,矿井水的水化学特征不一样,若经过处理,将会对地下水环境产生影响,影响人民的正常生活。

3. 不同区域、生产不同阶段水资源问题

煤炭生产对水资源在不同区域影响作用和效果不同,在不同的生产阶段也有不同影响作用。

3.1. 煤炭生产不同阶段对水资源的影响

在煤炭生产阶段,每一个生产矿井的耗水量基本与生产规模相一致。水资源的流失量在生产前期随着开采面积的增大而增大,达到一定水量,涌水量一般变化不大。生产初期一般是直接充水含水层水位下降,随着时间推移,间接充水含水层水位也会逐渐下降。很多矿区会形成较大的降落漏斗。在某些矿区,生产过程也是污染矿井水排放的过程。

任何一个矿井都是有一定开采年限的。一个矿井煤炭生产结束后,废弃矿井对水资源的影响却远未结束。矿井关闭后,矿井中水文地球化学条件发生变化,井下废弃物、井下破碎煤岩,都可能成为污染源。矿井关闭停止排水后,矿井水位将快速回弹。矿井水携带井下污染物通过采动裂隙、断层、封闭不良钻孔等通道造成地下水串层污染。废弃矿井区域内,地表水与地下水可能通过井巷连为一体,地表水将有更快的途径污染地下水[18]。同时,煤矿关闭之后,地面塌陷等对水资源的影响作用继续存在但趋于稳定[19]。

3.2. 不同区域煤炭开采对水资源影响的特点

中国的水资源明显分布不均,在不同的区域,煤炭开采对水资源的影响也不相同。在东部地区,由于地下水富水性相对较强,煤矿开采中矿井涌水量较大,矿井水净化后除供给本矿井生产用水外,还有一部分矿井要排放出去。在西部地区,由于地下水富水性相对较弱,煤矿开采中矿井涌水量较小,即使矿井水全部净化使用,也满足不了煤矿生产,还需要另行开采水资源满足煤炭生产用水需要。

在地表塌陷方面,东部许多矿区由于浅层含水层距地表较近,塌陷区会形成大面积积水,而西部矿区的塌陷,只是地面地形的改变。

总体来看,西部地区由于水资源贫乏,煤炭开采对地下水资源的破坏和影响更为深远,但东部地区煤炭开采对地表水分布影响更大。

4. 矿区水资源保护现状

煤炭开采对水资源的破坏和影响是多方面的,矿区的水资源保护也需要多种手段,齐头并进,综合保护。

4.1. 减少水资源破坏的开采方式

减少开采对水资源的破坏是保护水资源的重要方法。传统的矿井水害方法,如注浆堵水,留设煤矿等方法,也都起到了保护水资源的作用。但传统矿井水害防治中的疏干降压的方法,显然不符合保护水资源的理念。因此,一些学者提出了保水开采概念,并在西部矿展开了应用[20][21]。

充填开采作为一种新的开采方法已在多个矿区试验生产。充填开采对采空区进行了快速充填,使开采对煤层顶底板含水层的破坏都大幅度减小,地面沉降也有明显减小,是目前最有效的保护水资源开采方法。但这一开采方法由于成本较高还难以全面推广。

近年来,更有人提出煤炭开采过程中实行地下水资源“转移存储”概念[22],但实际应用案例较少。

4.2. 矿井水污染治理及矿井水资源化

煤矿矿井水虽然是一种污染水,但其中污染物以煤岩碎屑悬物为主,经过处理,是完全可以实现资源化的。我国矿井水资源化走过了漫长而艰辛的探索之路。早期矿井水直排;迫于环境压力,简单水处理技术应运而生;由于矿区缺水,水处理技术进一步发展用于生产以及生活;为合理利用矿井水,提出了排供结合;目前,矿井水资源化已经从矿井拓展到区域,从单一目标到多目标综合,从资源综合利用发展到优化配置[23]。

目前煤矿矿井水处理后主要用于井下生产用水,地面清洁用水(不作为饮用水)。一些矿井已开始井下建立水处理系统,处理后在井下使用。还有矿井为了协调使用矿井水,进行了井下水库的科学试验,取得了一定成果。一些废弃矿井,其井水甚至成了城市供水水源,如徐州的新河煤矿。但总体上实现矿井水完全资源化的矿井目前还较少。

4.3. 煤炭节水开采技术煤炭

煤炭开采中的节水技术目前少有文献提及,但要实现减少煤炭开采对水资源的影响,这是必不可少的重要措施。特别是西部矿井,当矿井涌水量小于煤炭开采用水量时,即使全部的矿井水的都经处理后使用,也不能满足矿井生产需要。因此,节水技术势在必行。

5. 矿井水资源保护与利用的发展方向

煤岩开采对水资源的破坏与影响已经越来越受到人们重视,各种应对方法和技术在不断取得进步。但目前矿井水资源保护与水资源化方面还存在一定问题有待于进一步研究和发展。

1) 建立以煤炭开采为参与内容的水资源承载能力评价体系,对重要产煤区,特别是西部产煤区,进行水资源承载力评价,在此基础上,确定合理的区域煤产业布局。煤矿企业的水资源,要实现与其它工农业用水统一调度,合理安排。

2) 根据不同区域水资源特点和矿井涌水量特点,针对开采对水资源的影响和破坏的不同特点,对矿井进行不同类型划分,根据不同类型确定不同的水资源保护和水资源化对策。例如,可以根据矿井涌水量与生产用水量的相对大小进行划分。对于涌水量小于用水量的矿井,不仅要进行水资源化,更要厉行节约用水。

3) 建立井下净化、储备、回用一体的矿井水资源化系统。综合目前矿井水净化成果,地下水水库成果,地下水转移技术成果,实现正常涌水量净化回用,雨季涌水量向地下水储存,有较大危害的地下水提前转移至其它含水层,从而实现矿井水的合理利用,平衡利用。

4) 进一步深化发展与规范保水采煤方法。将传统的矿井防治水方法与保水采煤的理念相结合,探索出既能保证矿井不出现水害,又给保证水资源不受破坏的开采方法。例如对保水开采意义较大的充填开采,可以进一步研究出更加廉价也更加环保的充填材料,从而实现大面积充填开采。

5) 研究建立节水型煤炭生产与洗选技术。煤炭生产过程中,许多环节可以采取节水措施。例如,煤炭在井下实行封闭式运输,可以减少煤尘,从而减少防尘用水。煤炭洗选过程中,更是应该研究节水型的生产工艺。

6. 结论

1) 描述了煤矿开采对水资源影响的不同形式,分析了煤矿开采对于地下水资源量、地下水系统、地下水环境的影响;

2) 分析了煤炭生产不同阶段对水资源的影响,通过东西部区域分析,得出煤炭开采对于西部的地下水影响更深远;

3) 介绍了保水开采, 充填开采, 节水开采, 矿井水处理等方法来保护地下水资源。

4) 建立水资源承载能力评价, 矿井水资源化系统, 节水型煤炭技术和深化发展采煤方法都是保护水资源的措施。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 2015 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-02/29/content_5047274.htm
- [2] 谢克昌, 等. 中国煤炭清洁高效可持续开发利用战略研究[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [3] 王慧, 吕英英. 煤矿开采导致水污染的污染特征与控制措施研究[J]. 环境科学与管理, 2019, 44(7): 68-73.
- [4] 裴晓峥. 煤炭开采对地下水环境影响的研究[J]. 山西化工, 2018, 38(6): 204-205+211.
- [5] 柳宁, 赵晓光, 解海军, 李瑜. 榆神府地区煤炭开采对地下水资源的影响[J]. 西安科技大学学报, 2019, 39(1): 71-78.
- [6] 彭捷, 李成, 向茂西, 李永红, 仵拨云, 高帅, 孙魁. 榆神府区采动对潜水含水层的影响及其环境效应[J]. 煤炭科学技术, 2018, 46(2): 156-162.
- [7] 王伟. 煤矿开采对地下水环境的影响及保护对策研究[J]. 环境科学与管理, 2017, 42(10): 51-54.
- [8] 秦润媵. 山西省煤炭开采对水资源的影响[J]. 山西煤炭, 2018, 38(1): 46-48.
- [9] 袁航, 石辉. 矿井水资源利用的研究进展与展望[J]. 水资源与水工程学报, 2008, 19(5): 50-57.
- [10] 赵铁锤. 全国煤矿典型水害案例与防治技术[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2006.
- [11] 齐跃明, 江玉祥, 孟茜. 肥城矿区充水含水层地下水动态研究[J]. 水资源保护, 2008, 24(1): 12-15.
- [12] 许冬, 吴侃. 济宁煤矿地表塌陷各水时空演变[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版), 2014, 33(10): 92-95.
- [13] 许雪洁. 淮北市煤矿区地面塌陷现状与治理措施分析[J]. 低炭世界, 2014(9): 125-128.
- [14] 袁家柱. 煤矿塌陷型水域水质控制因素研究——以淮南矿区为例[D]: [硕士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2009.
- [15] 徐友宁, 李智佩, 陈社斌, 等. 大柳塔煤矿采煤塌陷对土地沙漠化进程的影响[J]. 中国地质, 2008, 35(1): 187-190.
- [16] 冯启言, 王华, 李向东, 等. 华东地区矿井水的水质特征与资源化技术[J]. 中国矿业大学学报, 2004, 33(2): 193-196.
- [17] 朱爽. 研石山淋溶水对地下水污染研究[D]: [硕士学位论文]. 阜新: 辽宁工程技术大学, 2005.
- [18] 李庭. 废弃矿井地下水污染风险评价研究[D]: [博士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2014.
- [19] 虎维岳, 闫兰英. 废弃矿井地下水污染特征及防治技术[J]. 煤矿环境保护, 2000, 14(4): 37-40.
- [20] 缪协兴, 王安, 孙亚军, 等. 干旱关于旱矿区水资源保护性采煤基础与应用研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2009, 28(2): 217-220.
- [21] 刘斌. 超高水材料充填保水机理及安全开采技术研究[D]: [硕士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2014.
- [22] 范立民, 马雄德, 冀瑞君. 西部生态脆弱矿区保水采煤研究与实践进展[J]. 煤炭学报, 2015, 40(8): 1711-1715.
- [23] 尹尚先. 试论矿井水资源化与矿区水资源优化配置[J]. 华北科技学院学报, 2012, 9(1): 6-9.