

大柳塔煤矿矿井水资源化利用技术

陈苏社^{1,2}, 鞠金峰^{1,3}

(1. 中国矿业大学 矿业工程学院, 江苏 徐州 221008; 2. 中国神华神东煤炭集团公司 大柳塔煤矿, 陕西 神木 719300;
3. 中国矿业大学 煤炭资源与安全开采国家重点实验室, 江苏 徐州 221008)

摘要: 神东矿区大柳塔煤矿以采空区矸石作为过滤、净化污水的载体, 将井下排水直接注入采空区进行净化处理后供井下工作面生产及地面的生产、生活使用。此矿井水综合循环利用保水开采技术创造了神东矿区首个邻近煤层钻孔自流供水系统以及采空区自流泄放排水系统, 实现了供、排水的自流化。通过制定专项的水质保证措施, 采空区净化后的水质指标均达到了GB 50383—2006《煤矿井下消防、洒水设计规范》以及GB/T 18920—2002《城市污水再生利用, 城市杂用水水质》的规定。同时, 通过加固密闭墙、采空区水位观测以及安设泄水管路等一系列防突水安全措施, 排除了井下采空区内大量积水造成的安全隐患。大柳塔煤矿矿井水资源化利用技术的开发与应用符合绿色开采的要求, 经济效益和环境效益显著。

关键词: 大柳塔煤矿; 保水开采; 矿井水; 循环利用; 绿色开采

中图分类号: X703 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2011)02-0125-04

Utilization Technology of Mine Water Resources in Daliuta Mine

CHEN Su-she^{1,2}, JU Jin-feng^{1,3}

(1. School of Mining Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China;

2. Daliuta Mine, Shenhua Shendong Coal Group Corporation, Shenmu 719300, China;

3. State Key Lab of Coal Resources and Safety Mining, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: The coal rejects in the goaf of Daliuta Mine, Shendong Mining Area were taken as the carrier of the mine water filtration and the polluted water purification. The underground mine water could be directly pumped into the goaf for the purification. Then purified water could be applied to the coal production of the coal mining face in the underground mine, the production at the surface ground and the daily life utilization. An unique mine water comprehensive recycling utilization and water conservation mining technology was developed. A first gravity flow water supply system with a borehole a close distance to a seam in Shendong Mining Area and a goaf gravity flow and water drainage system was created. Thus the automation of the water supply and water drainage was realized. With the special water quality protection measures set up, the water quality index after the purification of the goaf could be all reached to the regulations GB 50383—2006 *The Code of Fire Extinguishing and Water Spraying in Underground Mine* and GB/T 18920—2002 *The Urban Waste Water Regeneration and Utilization, Urban Miscellaneous Application Water Quality*. With the reinforced sealing walls, the observation and measurement of the water level in the goaf, water discharging pipeline installation and a series of water inrush prevention safety measures, the hidden dangers caused by the large quantity ponding in the goaf of the mine could be eliminated. The development and utilization of the mine water resource utilization technology in Daliuta Mine could meet the requirements of the green mining and would have obvious economic and environment benefits.

Key words: Daliuta Mine; water protection coal mining; mine water; recycling utilization; green mining

1 概述

我国煤炭资源的开发与利用所引发的环境问题日益突出。煤炭开采后给生态环境造成了严重的影响, 如农田及建筑物破坏、矸石堆积如山、河川径流量减少、水资源枯竭、土地沙漠化等。为此, 中

国矿业大学钱鸣高院士提出了保护生态环境的绿色开采技术^[1], 保水开采技术是其中的一项重要内容。保水开采就是在采煤的过程中, 对水资源进行有意识的保护, 并对矿井排水进行资源化利用, 使煤炭开采对矿区水文环境的扰动量小于区域水文环境容量^[2]。我国西北地区煤炭资源丰富, 煤层厚、

埋藏浅，人为地疏放排水和采动形成的导水裂隙造成煤系含水层和第四系含水层的流失，破坏了地表及地下水资源。目前，西北各矿区已开始重视保水开采问题，并已经开展了许多相关的研究^[3-10]。这些研究成果多从限制采高、留设煤岩柱、变革采煤方法以及划分开采条件分区等方面展开，使得导水通道不至于贯通含水层，从而达到减少水资源流失、实现保水开采的目的。此类方法所用技术途径均属于文献[2]中所述“含水层不破坏或破坏后能恢复的技术”，而通过文献[2]中所述第2个分支（即井下排水的净化与循环利用技术）来进行保水开采的研究却很少。神东矿区作为西部缺水地区的典型代表，其在保水开采方面也做了很多工作。该矿区大柳塔煤矿创造性地将井下排水通过采空区矸石的过滤、净化后，再次用于矿井的生产及生活，实现了矿井水的循环利用，为保护矿区生态环境起到了积极的作用。

2 大柳塔煤矿矿井综合循环利用系统

煤矿井下生产时，一方面会引起围岩含水通过导水通道涌出，另一方面又会产生一些生产污水，这些水体最终会由工作面一并排出。为了循环利用井下排水，避免水资源的流失，传统的方法是将井下排水输送至井下或地面专设的污水处理设施进行

净化，然后再利用^[11-12]。此方法净化污水成本较高，且增加了矿井排水系统的复杂性。大柳塔煤矿首次将采空区矸石作为过滤、净化污水的载体，将井下排水直接注入采空区进行净化处理，大幅降低了成本，相比传统方法具有明显的优越性^[13]。

2.1 矿井水综合循环利用工艺流程

大柳塔矿井水综合循环利用工艺流程及其立体表征如图1和图2所示。井下污水净化区域主要为2⁻²煤已开采的四盘区、老六盘区以及六盘区采空区。对于2⁻²煤本煤层采掘工作面的污水，一部分通过管道直接由各采空区注水点（如406注水点）注入采空区进行过滤、净化，另一部分则通过排水管路或水沟排至地面进行处理；经采空区净化后的清水则会通过各清水源供水点（如201清水源），一部分由管路输送至各采掘工作面用水点使用，另一部分通过2号煤平硐自流管路自流至地面供工业广场的生产、生活使用。而对于5⁻²煤连采面污水，一部分由大巷排水管经5⁻²煤主斜井排至地面处理，另一部分则通过5⁻²煤排水管路经5⁻²煤排水钻孔向上泵排至2⁻²煤四盘区采空区井下净化；5⁻²煤连采面所需的清水则同样由5⁻²煤供水钻孔直接自流（无需加压泵）至5⁻²煤供水管路中，最终供掘进工作面使用（图3、图4）。其中，各排水管路中分别设水仓作为输送水的中转站。

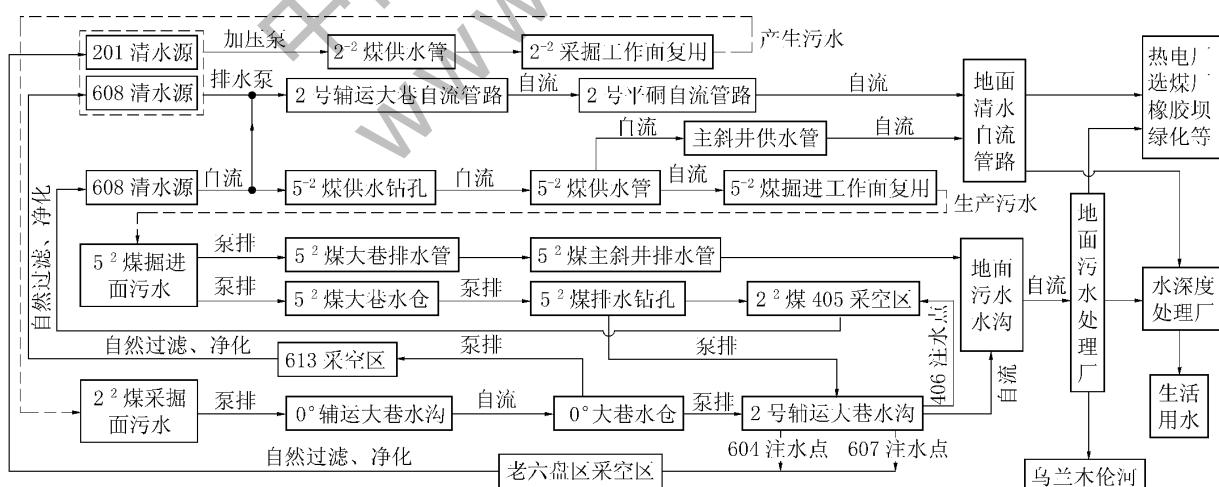


图1 大柳塔煤矿矿井综合循环利用工艺流程

由于井下供污水净化的采空区空间有限，因此地面也设置了专用的污水处理厂，将井下不能处理的污水进行处理，然后再经水深度处理厂处理达到生活用水标准后，最终使用于地面生产、生活中。

由于矿区供水水源总体比较紧张，经过上述循环系统供井下和地面生产、生活使用后，井下所有水资源几乎得到全部利用。

该套矿井水综合循环利用工艺，将地面及井下

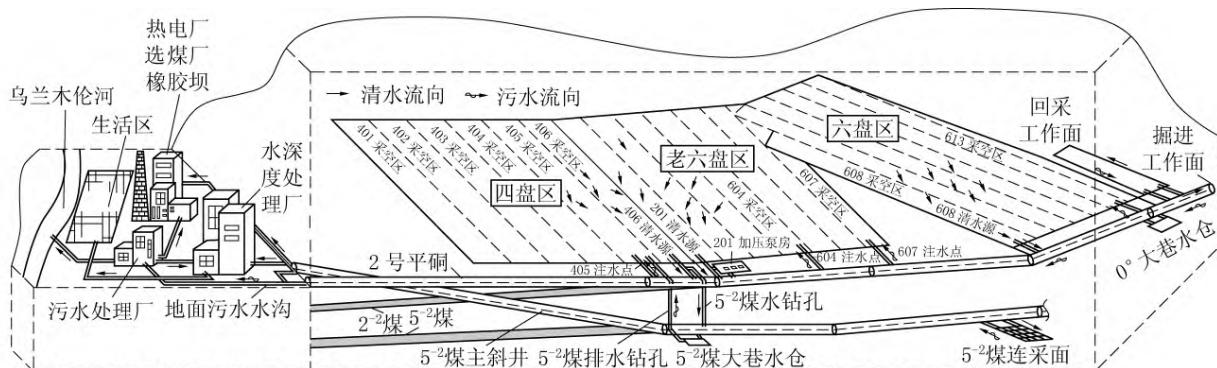


图2 大柳塔煤矿矿井水综合循环利用立体示意



图3 5#煤排水钻孔



图4 5#煤供水钻孔

的污水处理和清水使用紧密地联系在一起，形成了一套完整的矿井水资源综合循环利用系统，达到了保护水资源、充分利用水资源的目的。

2.2 井下水质保证专项措施

为确保采空区过滤净化后清水的水质，保证矿区的正常生产、生活用水，避免水中有毒有害物质超标，特制定了井下水质保证专项措施。

1) 必须加强水质的源头、过程管理，机电组和设备使用单位必须设置专职或兼职油脂管理人员，矿机电副总工程师应负责本单位的油脂管理工作。

2) 各级管理人员必须加强采空区杂物管理，严禁将饭盒、塑料袋、矿泉水瓶，机电检修后剩余的胶带、冷补胶、螺栓松动剂、乳化液等物质丢弃在采空区，所有污染物必须回收升井。

3) 废油应及时回收上井，并交矿有关部门统一存放和处理，不得与新油混放或丢弃在采空区。

3 采空区储水防突安全措施

目前大柳塔煤矿井下采空区积水区域共11处，积水采空区面积达到495.7万m²，积水量达77.5万m³。由于采空区储水空间有限，大量积水的存在必然导致采空区内水压的上升，一旦某处防水密闭出现破裂，就会造成淹井事故的发生。为了杜绝采空区突水事故的发生，排除潜在的安全隐患，大

柳塔煤矿采取了一系列防突安全措施。首先，以混凝土防水密闭加固各储水采空区与大巷交叉的平巷出口；其次，在地势较低的采空区平巷口（包括402回风巷出口、201泵房、406泵房、608、609、610、611等回风巷出口）加设采空区水位观测透明胶管以及泄水管路（图5）；最后，建立采空区水位观测台账，每班安排专人观测水位情况，并汇报至调度室，当采空区水位超过警戒水位时，立即打开泄水阀进行疏放措施。疏放的清水通过水沟流入附近的水仓，最终供工作面生产和地面使用。



图5 609回风巷口水位观测点（警戒水位2.0 m）

4 应用效果分析

4.1 水质检测结果

通过水质检验发现（表1），经过矸石过滤净化后的清水水质良好，其各项指标均达到了GB 50383—2006《煤矿井下消防、洒水设计规范》及GB/T 18920—2002《城市污水再生利用，城市杂用水水质》的标准。

4.2 技术经济效果分析

大柳塔煤矿这套保水开采技术采用矸石过滤净化处理污水，相比直接将污水排至地面进行处理或排放，大幅降低了生产成本，其所需增加投入的费用以及每年节约的费用明细如下。①投入费用。管路购置费41.55万元，水仓及配电设施费用141.5

万元，水泵费用70万元，密闭加固费26万元，设备维护与检修费10万元。②节约费用。节约污水处理费208.5万元/a，电费26.28万元/a，排水岗位工资费7.12万元/a，井下供水费26.28万元/a。从以上分析可以看出，投入费用需289.05万元，每年可节约费用268.18万元，应用此套系统前期所需投入的费用经过一年多的时间就能通过自身达到经济平衡，经济效益显著。

表1 采空区净化水水质检验结果

检验项目	净化前	净化后	标 准
悬浮物粒度/mm	0.1~6.0	≤0.2	≤0.3
pH值	8.1	7.7	6~9
大肠菌群/(个·L ⁻¹)	5	1	≤3
浊度/度	530	2.71	5
悬浮物*	453	30	≤30
CODcr*	1 168	12	50
总硬度*	380	278	450
氯化物*	260	110	250
溶解性总固体*	980	905	1 000
总碱度*	315	215	350
阴离子合成洗涤剂*	0.7	0.07	0.5
氨氮*	15	0.11	10

注：* 检测的是质量浓度，单位为mg/L。

4.3 生态环境效益分析

通过使用此处理系统，可每天向外减少排污4 968 m³，每年向外排放的COD（化学需氧量）减少81.6 t，同时也缓解了矿区生活用水水源短缺的紧张局面。此套保水开采系统的实施，符合环境友好型企业的要求，实现了矿井经济与环境的协调发展，生态环境效益显著。

5 结语

1) 大柳塔煤矿创造性地以采空区矸石作为过滤、净化污水的载体，将井下排水直接注入采空区进行净化处理，然后用于井下工作面生产及地面的生产、生活使用，实现了矿井水的循环利用，为保护矿区生态环境起到了积极的作用，同时减轻了地面污水处理厂的压力，且节约了污水处理费用。

2) 创造了神东矿区首个邻近煤层钻孔自流供水系统，满足了邻近煤层正常生产的需要；同时，当井下采空区水位高于警戒水位时，无需使用排水泵可直接将采空区清水自流泄放到地面使用。实现了供、排水的自流化，系统安全性、可靠性大幅提

高，经济效益显著。

3) 通过制定专项的井下水质保证措施，保证了采空区净化水的水质，水质检验各项指标均达到了国家相关标准的规定。

4) 鉴于采空区内大量积水会对矿井安全造成威胁，特采取了加固密闭墙，加强采空区水位观测以及安设泄水管路等一系列防突安全措施，排除了井下的安全隐患，杜绝了突水事故的发生。

参考文献:

- [1] 钱鸣高, 许家林, 缪协兴. 煤矿绿色开采技术 [J]. 中国矿业大学学报, 2003, 32 (4): 343~348.
- [2] 许家林, 钱鸣高. 绿色开采的理念与技术框架 [J]. 科技导报, 2007, 25 (7): 61~65.
- [3] 王双明, 黄庆享, 范立民, 等. 生态脆弱矿区含(隔)水层特征及保水开采分区研究 [J]. 煤炭学报, 2010, 35 (1): 7~14.
- [4] 侯忠杰, 肖民, 张杰, 等. 陕北沙土基型覆盖层保水开采合理采高的确定 [J]. 辽宁工程技术大学学报: 自然科学版, 2007, 26 (2): 161~164.
- [5] 马立强, 张东升, 刘玉德, 等. 薄基岩浅埋煤层保水开采技术研究 [J]. 湖南科技大学学报: 自然科学版, 2008, 23 (1): 1~5.
- [6] 张东升, 马立强. 特厚坚硬岩层组下保水采煤技术 [J]. 采矿与安全工程学报, 2006, 23 (1): 62~65.
- [7] 彭小沾, 崔希民, 李春意, 等. 陕北浅煤层房柱式保水开采设计与实践 [J]. 采矿与安全工程学报, 2008, 25 (3): 301~304.
- [8] 张杰, 侯忠杰. 榆树湾浅埋煤层保水开采三带发展规律研究 [J]. 湖南科技大学学报: 自然科学版, 2006, 21 (4): 10~13.
- [9] 范立明. 论保水采煤问题 [J]. 煤田地质与勘探, 2005, 33 (5): 50~53.
- [10] 王宇, 王大鹏, 霍丙杰. 煤矿区保水开采技术实践 [J]. 煤矿开采, 2010, 15 (1): 44~46.
- [11] 付万军, 于宏伟. 舒兰煤矿井下污水处理与利用 [J]. 煤炭科学技术, 2009, 37 (5): 122~124.
- [12] 梅海滨, 乔晓坨, 刘云生. 吕家屯矿井污水综合开发利用 [J]. 煤炭科学技术, 2008, 36 (10): 107~110.
- [13] 神华集团有限责任公司. 煤矿井下采空区水的净化方法: 中国, 02129397 [P]. 2005-10-05.

作者简介: 陈苏社(1966—),男,陕西西安人,高级工程师,硕士研究生,现任神东煤炭集团公司大柳塔煤矿总工程师。E-mail: chensushe@sina.com