

西北矿区供水现状及矿井水综合利用研究

陈佩佩^{1,2}

(1. 天地科技股份有限公司 开采设计事业部, 北京 100013; 2. 煤炭科学研究总院 开采研究分院, 北京 100013)

[摘要] 我国西北地区煤炭资源丰富但水资源缺乏,对煤矿开采产生的矿井水进行综合利用具有重要意义。通过收集西北36个矿井设计报告,调研新疆神新公司和宁夏宁煤集团,分析计算出西北矿区煤矿生产吨煤供水量为 0.261m^3 ,矿井吨煤涌水量为 0.54m^3 ,平均矿井吨煤涌水量是生产供水量的2倍以上;而即使在我国西北地区各矿井供水全部采用矿井水的情况下,预计仅可以利用矿井涌水总量的42.2%。因此建议,为了提高我国西北地区矿井水的利用率,亟需出台相关矿井水资源利用的优惠政策,协调煤矿对外供水,大力推进矿井水产业化综合利用。

[关键词] 西北矿区; 供水; 矿井水; 综合利用

[中图分类号] P641.55 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225(2017)05-0060-04

Study of Mine Water Comprehensive Utilization and Current Situation of Northwest Mining Area Water Supply

CHEN Pei-pe^{1,2}

(1. Coal Mining & Designing Department, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China;
2. Mining Institute, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China)

Abstract: Abundant coal resources and lack of water resources in northwest China, mine water comprehensive utilized has an important significant, which generated form coal mine mining. All Mine design reports of 36 coal mine in northwest were collected, after investigate and survey in Xinjiang Shenxin company and Ningxia Ning coal group, then an average water supply for unit coal mining was about 0.261m^3 for coal mine in northwest, water inflow about 0.54m^3 for unit coal mining, an average water inflow of unit coal mining was more than 2 times to water supply amount, so under the situation that water supply all used mine water in all coal mine in northwest China, and it could only reached about 42.2% to total mine water inflow, so in order to improve mine water use ratio in northwest China, some related preferential policies for mine water resources utilized should be introduced, external water supply should be harmonized, and mine water industrialization comprehensive utilization should be improved greatly.

Key words: northwest mining area; water supply; mine water; comprehensive utilization

煤炭和地下水资源均赋存在地层中,伴随煤炭的开采,相邻地层中地下水也会大量涌出,煤炭开发与地下水资源保护的矛盾一直存在。我国西北部地区地处内陆,属于干旱半干旱地区,蕴藏着非常丰富的煤炭资源,内蒙、陕、甘、宁、新、青六省煤炭保有查明资源量合计1007.255Gt,占全国资源量的51.8%^[1-2]。但我国煤炭资源与水资源逆向分布,目前西北水资源总量仅占全国的5.84%,人均水资源占有量只占全国人均水平的80.5%^[3]。随着我国煤炭开发重点西移,煤炭开发与地下水资源保护的矛盾日趋尖锐,水资源保护利用是西北矿区煤炭开发面临的重大难题^[4]。

长期以来,国内外学者对水资源保护和矿井水的综合利用进行了大量研究。国外主要产煤国家在

矿井水排供结合方面的实践和研究起步比较早^[5]。国外煤矿的排供结合思路非常简单,一般采用地面强排,疏干主采煤层的直接充水含水层组,在解除水患威胁后,进行大规模机械化作业采煤。由于在矿区地面直接排水,避免了地下水流入矿井被污染这个环节,故地面排放水的水质较好,无需或稍加处理就直接通过各种不同的输水管道卖给不同的需水用户。我国以井工煤矿为主,开采深度较大,不宜采用预先疏干的方法,主要以对开采过程中的矿井涌水进行处理后利用为主。为促进矿井水资源化利用,节约水资源,进行了大量矿井水处理和综合利用研究^[6-10]。

据中国煤炭工业协会和中国矿业大学(北京)统计,2005年我国每采1t煤炭,平均排放矿井水

[收稿日期] 2017-05-05

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2017.05.015

[基金项目] 中国工程院重大咨询研究项目(2016-ZD-14-05); 中国煤炭科工集团有限公司科技创新基金面上项目(2014MS034)

[作者简介] 陈佩佩(1974-),女,安徽寿县人,博士,研究员,从事水文地质与工程地质、特殊采煤等方面的研究工作。

[引用格式] 陈佩佩.西北矿区供水现状及矿井水综合利用研究[J].煤矿开采,2017,22(5):60-63.

2.1m³, 其中西北地区平均为0.984m³/t, 全国矿井水利用率26.2%左右^[7], 亟需提高矿井水利用率。国家对矿井水利用高度重视, 出台了大量规划和指导政策, 并提出了具体的矿井水利用率目标。但检索矿井水综合利用相关文献可以发现, 对矿井生产需水量和供水情况的研究较少, 也缺少煤矿生产用水量的相关报道。本文收集整理了36个西北部矿井设计报告中的供水和矿井涌水数据, 并对新疆和宁夏煤矿进行了调研, 对比研究了西北部煤矿生产用水量和矿井涌水量。

1 西北部矿井供水和涌水情况分析

1.1 矿井初步设计数据统计

为分析我国西北部煤矿生产用水量, 本文收集整理了从2005年到2015年36个新建和改扩建矿

井的设计报告, 其中陕西省10个、内蒙古鄂尔多斯23个、宁夏1个、新疆2个矿井, 对煤矿设计生产能力、矿井生产生活总用水量、职工生活用水量、矿井井下消防洒水量、地面消防、绿化冲洗用水量、预计涌水量进行了统计(表1), 并计算了吨煤生产用水量和吨煤涌水量。统计的矿井中设计生产能力最大为30Mt/a, 最小为0.3Mt/a; 共涉及煤炭产能146.05Mt/a, 每天需要104528.704m³的总供水量, 其中职工生活用水量33104.01m³/d, 约占总供水量的31.7%; 矿井井下消防洒水量、地面消防、绿化冲洗用水量合计为71424.694m³/d, 约占总供水量的68.3%。计算可得吨煤生产水耗(不含选煤厂)平均约为0.261m³/t, 对照环保部2008年发布的《HJ 446-2008 清洁生产标准 煤炭采选业》, 达到了三级标准。

表1 西北煤矿初设中供水和涌水数据(部分)

矿井名称	省市	矿井规模/(Mt·a ⁻¹)	矿井生产生活用水/(m ³ ·d ⁻¹)	一般生活用水量/(m ³ ·d ⁻¹)	矿井井下消防洒水量、地面消防、绿化冲洗用水量/(m ³ ·d ⁻¹)	吨煤生产综合耗水量/(m ³ ·t ⁻¹)	预计涌水量/(m ³ ·d ⁻¹)	吨煤涌水量/(m ³ ·t ⁻¹)
文家坡	陕西咸阳	4.0	7274.40	1834.80	5439.60	0.663789	10560.0	0.9636
柳巷	陕西榆林	1.2	4023.30	1097.50	2925.80	1.22375375	6004.8	1.82646
大海则	陕西榆林	30.0	15775.70	8780.00	6995.70	0.1919376888	832.0	1.056456
黑龙沟	陕西榆林	0.9	965.10	300.71	664.39	0.3914016671	440.0	0.584
霍洛湾	陕西榆林	3.0	929.98	290.66	639.32	0.1131475678	7072.0	0.37376
葫芦素	鄂尔多斯	13.0	4435.82	1247.88	3187.94	0.12454417	2640.0	0.074123
栗家塔	鄂尔多斯	0.3	778.82	191.50	587.32	0.947564333	240.0	0.292
黄玉川	鄂尔多斯	10.0	3197.91	493.26	2704.65	0.116723715	3600.0	0.1314
清水营	宁夏灵武	10.0	7323.50	2473.70	4849.80	0.267307751	5528.0	0.566772
东沟	新疆乌鲁木齐	0.9	1552.00	566.00	986.00	0.62942222	27870.0	7.24728
榆树田	新疆阿克苏	0.9	1551.23	470.73	1080.50	0.629109944	087.92	0.441212
...				
合计	36个矿	146.05	104528.7	33104.01	71424.694	0.26123222	7164.28	0.54022

1.2 供水量与生产能力关系分析

分析每个矿井的供水情况可见, 吨煤生产需水量最大的为陕西榆林柳巷煤矿, 设计生产能力1.2Mt/a, 吨煤生产需水量为1.224m³/t; 最小的为陕西榆林霍洛湾煤矿, 设计生产能力3Mt/a, 吨煤生产需水量为0.113m³/t。由矿井生产能力和吨煤需水量的散点图(图1)可见, 随着矿井生产能力的增加, 吨煤生产需水量有明显下降。

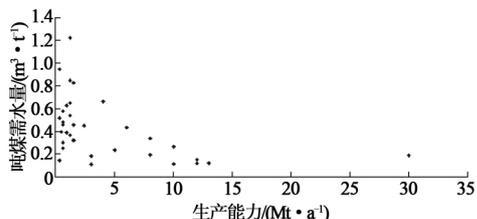


图1 矿井生产能力和吨煤需水量的散点

1.3 矿井供水和涌水情况对比分析

统计的矿井中预计矿井涌水量最大的为大海则

煤矿(86832m³/d), 但由于矿井生产能力较大, 其吨煤涌水量并不是最大, 为1.056m³/t; 吨煤涌水量最大的为新疆乌鲁木齐东沟煤矿(7.247m³/t), 最小的为内蒙鄂尔多斯葫芦素矿(0.074m³/t), 平均为0.54m³/t。本次计算的结果远小于中国煤炭工业协会和中国矿业大学(北京)统计2005年统计的全国平均2.1m³/t, 说明西北地区矿井涌水相对全国较少; 2005年统计的西北地区涌水量平均为0.984m³/t, 预计的涌水量较2005年统计值下降了45%, 分析认为与近年来单个矿井生产能力大幅提高有较大关系。

对比每个矿井的供水和涌水量预计可见, 18个矿井预计涌水量大于设计所需的供水量, 占总矿井数的50%, 这些矿井预计产生的矿井涌水量为190473.2m³/d, 占总涌水量的88.1%, 需要的供水量为65516.84m³/d, 即使这些矿井的供水全部

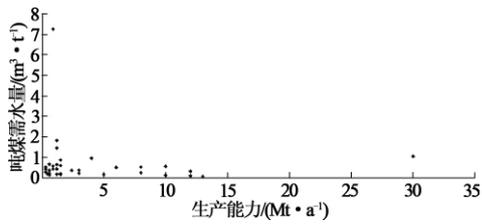


图 2 矿井生产能力和吨煤涌水量的散点

由矿井水处理后提供，还将有 124956.36m³/d 矿井水无法被利用。预计涌水量小于设计所需供水量的矿井也有 18 个，预计所需供水量为 39011.864m³/d，预计的矿井涌水量为 25691.08m³/d，需要调水 13320.784m³/d。

2 新疆和宁夏矿井实际用水和涌水情况

由于收集的矿井设计报告中新疆和宁夏煤矿较少，为了解这 2 个区域矿井用水和涌水的实际情况，特对神新能源公司和神华宁夏煤业集团有限责任公司进行了调研。

2.1 新疆神新能源公司矿井水情况

2014 年，神新能源公司生产原煤 20.46Mt，吨煤生产综合耗水量为 0.23m³。矿井水产生量 5.71Mm³/a，吨煤涌水量为 0.279m³。井上下复用水量 1.5883Mm³/a，利用率达到 27.8%；达标排放量 4.0942Mm³/a。

表 2 神新能源公司 2014 年矿井水利用情况

单位	涌水量/ (Mm ³ ·a ⁻¹)	使用量/ (Mm ³ ·a ⁻¹)	外排量/ (Mm ³ ·a ⁻¹)	利用率/%
乌东煤矿	0.7854	0.5181	0.2665	65.97
碱沟煤矿	1.0056	0.1538	0.8508	15.32
宽沟煤矿	3.1390	0.4380	2.7010	13.95
屯宝煤矿	0.3198	0.1918	0.1021	59.97
准东露天煤矿	0.0377	0.0377	0	100.00
红沙泉露天煤矿	0.0025	0.0025	0	100.00
黑山露天煤矿	0.3020	0.2464	0.0550	81.59
涝坝湾煤矿	0.1188	0	0.1188	0
合计	5.7108	1.5883	4.0942	27.81

对比神新能源公司数据和设计报告计算数据可见，其吨煤生产综合耗水量为 0.23m³，略低于矿井设计报告数据的平均数 0.261m³；而吨煤涌水量为 0.279m³，远低于矿井设计报告预计涌水量的平均数，说明神新能源公司矿井水文地质条件较简单。

2.2 宁煤集团矿井水情况

调研宁煤集团 2015 年数据可见 (表 3)，矿井开采吨煤用水量较低，为 0.16m³/t，其中有 3 个矿井吨煤用水量小于 0.1m³，达到一级清洁生产标

准。宁煤集团开采吨煤地质涌水量为 0.64m³，大于设计报告中预计的平均值，2005 年中国煤炭工业协会和中国矿业大学 (北京) 统计宁夏平均涌水量为 0.82m³/t，2015 年宁煤集团涌水量较 2005 年统计值下降了 22%。其中清水营煤矿实际用水量和涌水量均小于设计报告，说明了设计取值偏宽松和安全，以及矿井水涌水量预计的复杂性。

表 3 宁煤集团 2015 年矿井用水和排水情况

矿井名称	开采吨煤用水量/ (m ³ ·t ⁻¹)	开采吨煤地质涌水量/ (m ³ ·t ⁻¹)	矿井水利用率/%
红柳煤矿	0.28	1.24	8.5
金凤煤矿	0.06	0.33	100
枣泉煤矿	0.11	0.66	50.37
梅花井煤矿	0.11	0.19	10
石槽村煤矿	0.18	1.15	0
清水营煤矿	0.07	0.26	14
羊场湾煤矿	0.0315	0.29	20
灵新煤矿	0.42	1.46	18
任家庄煤矿	0.18	0.14	100
平均	0.16	0.64	-

2.3 矿井水利用情况

由于西北地区大量矿井水为苦咸水，处理难度较大，成本较高。神新能源公司和宁煤集团均投入大量设施进行了矿井水处理和利用，矿井水利用率分别仅为 27.81%和 21.64%。

神新能源公司矿井根据特殊的地理位置和生产特点，采用“三级处理”技术，即以井下磁分离净化系统、污水处理厂、矿井水深度处理厂为三级处理系统，污水实现了分质分类处理与利用，提高了废水资源利用率，节约了净水资源。屯宝煤矿井下磁分离系统于 2011 年建设完成，净化后的矿井水水质用于井下生产、绿化、道路洒水降尘等，缓解了矿井水外排的矛盾。建成矿井水处理厂 5 座，矿井水处理厂主体工艺均采用混凝澄清过滤工艺。总设计处理能力 23160m³/d，实际处理量 14695.6m³/d；复用水量 6477.8m³/d；达标排放量 8217.8m³/d。已建成屯宝、乌东煤矿 2 座矿井水深度处理厂，总设计处理能力 6600m³/d，均采用超滤+反渗透工艺。矿井废水经过深度处理后，一部分用于矿区职工洗浴、冲厕等生活杂用，一部分用于井下生产、绿化等。

宁煤集团 2015 年矿井水产生总量 50.33Mm³，利用量 10.89Mm³，利用率 21.64%，处理后矿井水主要用于生产、消防、降尘、灌浆、洗选、煤场防灭火及矿区绿化等；部分达标后排至南湖 19.88Mm³、圆疙瘩湖 0.21Mm³ 作为生态用水，其余 19.35Mm³ 达标排放。生活污水产生量

2.36Mm³, 利用量 1.71Mm³, 排放量 0.64Mm³, 利用率 73%。煤炭洗选达到闭路循环。7 个煤矿建设了矿井水深度脱盐处理站, 12 个煤矿配套建设了矿井水净化处理系统。2015 年羊场湾矿井水与生活污水处理站和灵新煤矿生活污水处理站建成投运。红柳煤矿矿井水处理二期(含麦垛山)工程已进入招标, 计划 2016 年建成投运。

3 煤矿矿井水利用综合分析

从统计数据 and 调研资料可以看出, 不同矿区矿井涌水量受到区域地质条件控制, 涌水量大的矿区矿井涌水量远远大于矿井生产需水量, 而涌水量小的矿区矿井需要补充外部供水。分析每个矿井的供水和涌水量预计可见, 36 个矿井共需要供水 104528.704m³/d, 预计共产生矿井涌水 216164.28m³/d。各矿井的供水全部由矿井水处理后提供的情况下, 可以利用矿井水 91207.92m³/d, 约为预计矿井涌水总量的 42.2%, 还需调水 13320.784m³/d, 外排矿井水 124956.36m³/d。实际调研可见, 神新能源公司和宁煤集团均投入大量经费和设施进行了矿井水处理和利用, 矿井水利用率分别为 27.81% 和 21.64%。因此矿井水利用不仅仅是单个矿井甚至矿业集团的事, 要提高矿井水利用率, 必须扩大矿井水的利用范围, 实现矿井水区域调配。

2013 年为保障矿山地区水资源可持续利用, 国家发展和改革委员会、国家能源局联合印发了《矿井水利用发展规划》(发改环资[2013]118 号), 提出到 2015 年, 全国煤矿矿井水排放量达 7.1Gm³, 利用量 5.4Gm³, 利用率提高到 75% 的目标^[12]。2015 年我国生产煤炭 3.75Gt, 按照设计报告供水数据统计, 吨煤生产水耗(不含选煤厂)平均约为 0.261m³/t, 需要消耗 0.97875Gm³/t, 即使全部使用矿井水, 也仅占 7.1Gm³ 的 13.78%, 与 75% 的目标有较大距离。《矿井水利用发展规划》提出要“逐步建立较完善的矿井水利用法律法规体系、宏观管理和技术支撑体系, 实现矿井水利用产业化”。当前亟需把矿井水资源化利用纳入水资源开发利用发展规划, 进行区域协调调水和供水, 提供水资源费减免、税费优惠等相关政策支持, 协调煤矿对外供水并网、入网和支持管网投融资^[13-15]。

4 结论

(1) 分析计算得出我国西北地区煤矿生产吨

煤供水量平均约为 0.261m³, 预计矿井涌水量为 0.54m³/t, 平均矿井涌水量是生产吨煤供水量的 2 倍以上。

(2) 半数矿井涌水量大于所需供水量, 即使在我国西北地区各矿井供水全部采用矿井水的情况下, 预计仅可以利用矿井涌水总量的 42.2%, 还有 57.8% 的矿井水无法利用。

(3) 为了提高我国西北地区矿井水的利用率, 亟需把矿井水资源化利用纳入水资源开发利用发展规划, 进行区域协调调水和供水, 提供水资源费减免、税费优惠等相关政策支持, 协调煤矿对外供水并网、入网和支持管网投融资。

[参考文献]

- [1] 彭书萍, 张博, 王佟, 等. 煤炭资源与水资源 [M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [2] 陈守建, 王永, 伍跃中, 等. 西北地区煤炭资源及开发潜力 [J]. 西北地质, 2006, 39(4): 40-55.
- [3] 白宏洁, 曹京京. 西北地区水资源现状及可持续开发利用探讨 [J]. 山西水利科技, 2010(2): 58-60.
- [4] 顾大钊, 张勇, 曹志国. 我国煤炭开采水资源保护利用技术研究进展 [J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(1): 1-7.
- [5] 武强, 金玉洁. 华北型煤田矿井防治水决策系统 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1995.
- [6] 王汉栋. 矿井水的治理和利用 [J]. 能源与节能, 2011(3): 74-75.
- [7] 周如禄. 矿井水净化处理自动化监控系统开发与应用 [J]. 煤炭学报, 2012, 37(S1): 202-206.
- [8] 何绪文, 李福勤. 煤矿矿井水处理新技术及发展趋势 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(11): 17-22.
- [9] 张博炜. 煤矿开采的水文效应及矿井水合理利用研究 [D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2013.
- [10] 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.
- [11] 何绪文, 杨静, 邵立南, 等. 我国矿井水资源化利用存在的问题与解决对策 [J]. 煤炭学报, 2008, 33(1): 63-66.
- [12] 郭雷, 张磊, 胡婵娟, 等. 我国矿井水管理现状分析及对策 [J]. 煤炭学报, 2014, 39(S2): 484-489.
- [13] 谭杰. 煤矿矿井水产业化应用前景探讨 [J]. 煤炭加工与综合利用, 2012(5): 51-53.
- [14] 郭象牟. 矿井水回收利用面临的形势与对策 [J]. 煤炭工程, 2005(9): 50-52.
- [15] 武一男. 矿井水利用产业化: 有了《规划》还不够 [N]. 中国经济导报, 2013-03-03.
- [16] 张小东. 开滦矿区矿井水资源化研究 [D]. 唐山: 河北理工大学, 2004.
- [17] 吴哲宇. 浅析神东矿区的创新绿色发展之路 [J]. 陕西煤炭, 2014(2): 144-146.

[责任编辑: 张玉军]