

煤矿开采对地下水资源的影响及对策

连 玮

(西北大学城市与环境学院, 陕西西安 710127)

摘要: 煤矿开采通常会对地下水环境产生重要影响, 本文根据崔木井田地下水的赋存特征, 通过分析煤矿开采过程对地下水资源的影响程度, 提出了保护具有区域供水意义的洛河组含水层的控制对策。

关键词: 煤矿开采; 地下水; 环境; 影响; 对策

中图分类号: TD82, X523 文献标识码: A 文章编号: 1006-8759(2013)06-0029-03

THE INFLUENCE OF COAL EXPLOITATION ON GROUNDWATER RESOURCES AND CORRESPONDING COUNTERMEASURES

LIAN Wei

(College of Urban and Environmental Science of Northwest University,
Xi'an Shaanxi 710127, China)

Abstract: The process of coal exploitation can cause serious impact to local groundwater environment. Based on the occurrence of groundwater in Cuimu mine field, the paper evaluated the influence of coal exploitation process to local groundwater, and gave countermeasures to prevent groundwater loss in Cretaceous Luohe, which is an important part of local water supply system.

Keywords: Coal Exploitation, Groundwater, Environment, Influence, Countermeasures

煤炭在我国一次能源生产和消费结构中占有主体地位, 煤炭大量开采的趋势在较长时间内难以发生根本性转变。煤矿开采必然会引发开采区地下水含水层破坏, 导致水资源流失^[1-6]。我国水资源较为贫乏, 人均水资源量仅为世界人均占有量的四分之一, 且区域时空分布不均衡, 保护有限的地下水资源显得更为珍贵^[7-8]。因此, 针对煤矿开采对地下水资源的影响这一主题, 开展影响预测与控制对策研究显得尤为重要。

1 煤矿概况

崔木煤矿位于陕西永陇矿区麟游区内, 井田东西宽 3.1~9.6km, 南北长 2.0~9.2km, 面积

49.52km²。井田含煤地层为侏罗系中统延安组, 含煤 5 层, 其中 2-3 煤为局部可采煤层, 埋深 538m; 3 煤为主要可采煤层, 埋深 620m。其余煤层不可采。2-3 煤、3 煤地质储量 493.01Mt。矿井采用立井开拓方式, 井下单一水平开拓, 单一长壁综合机械化采煤法, 全部垮落法管理顶板。煤矿设计生产能力 4.0×106t/a, 服务年限 60.2a。

2 井田水文地质条件

2.1 含隔水层特征及分布

井田含隔水层特征及分布情况见表 1。

2.2 井田水文地质类型

井田处于半干旱气候带, 多年平均降水量 641.6mm 且 7、8、9 三个月相对多雨, 无较大的地面水体。除沟谷中基岩局部出露外, 大部分地段为第四系黄土和新近系红土所覆盖。地形地貌、水文

表 1 井田含隔水层特征

含隔水层名称	含隔水层编号	单位涌水量 /L/s·m	地下水类型及性质	含水层与开采煤层的关系	富水性	主要分布区
第四系全新统冲、洪积层含水层	I	泉流量 0.427L/s	孔隙潜水	/	较强	泾河河谷
第四系中上更新统黄土含水层		泉流量 0.26L/s	孔隙~裂隙潜水	/	弱	分布广泛,北部残塬区厚度大
新近系红土隔水层段	/	/	/	/	隔水性强	全区发育,梁峁残塬区广泛出露
新近系砂卵砾含水层段	/	泉流量 0.033L/s	孔隙水	/	弱	断续分布于红土层底部,于沟谷中零星出露
白垩系下统洛河组砂岩含水层	/	0.004651~0.08946	孔隙~裂隙承压水	间接充水	弱	全区遍布,区内未见出露
白垩系下统宜君组砾岩含水层	/	0.0088	裂隙承压水	间接充水	弱	区内未出露。厚度不稳定
侏罗系中统安定组泥岩隔水层	/	0~0.000076	/	隔水	甚微隔水层	区内无出露。总体厚度分布规律表现为中部 80~100m。边部 40~80m,其余地区小于 40m
侏罗系中统直罗组砂岩含水层	/	0.004578	裂隙承压水	直接充水	微弱	区内无出露。井田西部一般厚 10~20m,局部 20m 以上;东北部局部厚度大于 30m,东南部为零
侏罗系中统延安组煤层及其顶板砂岩含水层	/	0.000633~0.003431	裂隙承压水	直接充水	极弱	区内无出露。中西部厚 50~60m,边部 20~50m,其余小于 20m
侏罗系下统富县组泥岩隔水层	/	/	/	隔水	隔水性良好	区内无出露。发育不稳定
三叠系中统铜川组砂岩含水层	/	/	裂隙承压水	/	微弱	分布稳定,厚度不详

气象等自然地理条件以及地层、构造等地质因素,有利于地表径流形成,不利于地下水的补给。含水层裂隙不甚发育,埋藏较深,各含水层之间因泥岩及砂质泥岩等隔水岩层普遍发育而水力联系甚微。因而,地下水赋存及储运条件不良。煤层下伏岩层含水微弱,可视为相对隔水层。煤层直接充水含水层为侏罗系中统直罗组砂岩裂隙含水层及延安组煤层及其顶板砂岩裂隙含水层,充水方式为顶板进水。各直接充水含水层埋藏深,裂隙不甚发育,补给来源缺乏,导水性差,径流滞缓,富水性微弱,易于疏干。白垩系下统洛河砂岩含水层虽为间接充水含水层,但其分布范围广、厚度大,为区域主要含水层。

3 采煤对地下水资源的影响预测

3.1 采煤导水裂隙带、防水煤岩柱高度

煤层开采对地下含水层产生影响的原因是煤炭开采后顶板发生垮落,形成垮落带和裂隙带(两者合称为导水裂隙带),使得被其贯通的含水层遭到破坏,引起地下水漏失,水位下降,并间接影响与被破坏含水层有水力联系的其它含水层。其影响程度主要取决于采煤形成的导水裂隙带高度是否波及含水层,以及导水裂隙带顶界与含水层之间有无足够厚度的保护层存在,即煤层开采后形成的防水煤岩柱高度是否低于该含水层底板。煤层开采后的导水裂隙带高度、保护层厚度及防水煤岩柱高度计算公式详见表 2,预测结果见表 3。

表 2 导水裂隙带高度、保护层厚度及防水煤岩柱高度计算公式

导水裂隙带高度预测公式	保护层厚度预测公式	防水煤岩柱高度预测公式
$H_i=100M/(3.3n+3.8)+5.1$	$H_l=3(\sum M/n)$	$H_u=H_i+H_b$

注:式中 $\sum M$ 为累计采厚; n 为分层层数。

表 3 导水裂隙带、保护层厚度和防水煤岩柱高度预测结果

盘区	煤层	开采煤层厚度/m	导水裂隙带/m	保护层/m	防水煤岩柱/m	
21 盘区	3 煤	最大	25.91	254.23	38.87	293.10
		最小	0.8	16.37	2.4	18.77
22 盘区	3 煤	最大	28.5	279.14	42.75	321.89
		最小	0.8	16.37	2.44	18.77
23 盘区	3 煤	最大	29.8	291.64	44.70	336.34
		最小	0.8	16.37	2.4	18.77
11 盘区	2-3 煤	最大	11.86	172.14	35.58	207.72
		最小	0.8	16.37	2.4	18.77
24 盘区	3 煤	最大	32.55	318.08	48.83	366.91
		最小	0.8	16.37	2.4	18.77
25 盘区	3 煤	最大	14.21	205.24	42.63	247.87
		最小	0.8	16.37	2.4	18.77
26 盘区	3 煤	最大	10.4	151.58	1.2	182.78
		最小	0.8	16.37	2.4	18.77

3.2 采煤对地下水各含水层的影响

3.2.1 对侏罗系中统含水层(延安组和直罗组)的影响

煤层上覆侏罗系中统延安组、直罗组基岩裂隙含水层,按设计采高开采煤层后,导水裂隙贯通延安组含水层和直罗组含水层,对这两组含水层影响严重,其成为矿井直接充水含水层,根据矿井地质报告,其地下水将以 270m³/h 的流失速度从地下水环境中流失。

3.2.2 对安定组隔水层的影响

安定组隔水层是煤层至洛河组含水层之间间

定的隔水层,开采区内厚度虽有变化但分布广泛。根据设计采高导水裂隙计算结果,除 11 盘区和 26 盘区外,其余 5 个盘区均存在不同面积的贯通区见表 4。如果按设计采高开采煤层,采煤导水裂隙将贯通安定组隔水层,也必然会对洛河组含水层产生较大的影响。

表 4 设计采高安定组隔水层贯通情况

盘区	21	22	23	24	25	合计
贯通区面积 /km ²	1.76	1.23	3.56	1.49	0.18	8.22

3.2.3 对宜君组~洛河组含水层的影响

洛河组是具有区域供水意义的重要含水层。根据设计采高导水裂隙计算结果,采煤导水裂隙将在 21、22、23、24 和 25 盘区浸入宜君组~洛河组含水层区域,从而使洛河组含水层中的地下水进入矿井,成为矿井安全隐患,进而影响当地生态环境。因此,洛河组含水层必须加以保护,也就是说安定组隔水层不能受到影响。

3.2.4 对浅层地下水影响分析

该地区浅部主要含水层为第四系全新统冲~洪积层含水层,第四系中上更新统黄土含水层,在井田内分布广泛,在沟谷等处有泉水出露,是当地具有供水意义的含水层。煤层开采形成的地表裂隙深度一般也不会触及新近系红土隔水层,因此不会对浅层地下水环境产生大的影响。

3.2.5 对煤系地层下伏含水层的影响分析

根据井田地质勘探资料,煤系地层下伏含水层主要是三叠系中统铜川组砂岩裂隙含水层,地表未见出露,钻探揭露最大厚度 104.15m,未见底。区域水文地质资料显示其为富水性微弱的含水层。一般情况下,矿井煤炭开采对其水量不会产生大的影响。但从邻近矿区生产矿井煤层底板发生“底鼓”的现象来看,除矿井煤层开采后对下伏岩层压力作用解除外,煤层下伏含水层可能也是诱发原因,因此矿井开采过程中,不仅要重视煤层开采“上三带”的防治水问题,同时也应充分重视“下三带”的防护问题。

3.3 煤层开采地下水水位影响半径

根据上述分析,煤层直接充水含水层为侏罗系中统直罗组砂岩裂隙含水层和延安组煤层及其顶板砂岩裂隙含水层。地下水水位影响半径计算参数及结果见表 5。

3.4 采煤对地下水资源量的影响

区内煤炭开采对地下水资源的影响主要来自

表 5 煤层开采地下水水位影响半径

含水层名称	计算公式	S /m	K /m/d	R /m
直罗组含水层	R=10S√K	105.50	0.003348	61.04
延安组含水层		140.77	0.0066	114.36

煤层开采后,采空区上覆含水层因顶板垮落而遭到破坏,原来储存于其中的水在短时间内疏干,造成地下水资源流失。矿井正常涌水量 270 m³/h,主要来自煤层上覆侏罗系延安组和直罗组含水层,对当地生态环境和水资源影响不大;如果导通洛河组含水层,对区域生态环境和矿井安全的影响,都将是十分明显的。

4 地下水资源保护措施

根据井田水文地质条件,待采煤层与洛河组含水层之间分布有稳定、发育较厚的安定组隔水层,煤层开采只要其防水煤岩柱高度低于安定组隔水层顶界,就可以保护洛河组及以上含水层。根据安定组隔水层赋存特点和煤层开采导水裂隙带及防水煤岩柱高度预测高度,结合井田钻孔资料,在井田煤层开采厚度控制区(见表 6)的开采过程中,应严格限制采高,确保防水煤岩柱高度在安定组隔水层顶界之下,以达到保护洛河组含水层和保障矿井生产安全的双重目的。

表 6 各限制开采区采高限制措施

所属盘区	导通区编号	控制钻孔	煤厚/m	保护措施 分层/限高限制采厚/m	限制面积 /km ²	较设计资源损失 /Mt			
21	2101	Q1-1	25.91	分层限高	1.76	3.23			
		Q1-2	24.6	分层限高					
		Q1-3	21.56	分层限高					
		Q1-4	23.32	分层限高					
		Q1-5	21.85	分层限高					
		Q1-6	18.85	分层限高					
22	2201	Q2-1	10.53	分层开采	1.23	1.61			
		Q2-2	24.74	分层限高					
		Q2-3	20.55	分层限高					
		Q2-4	21.30	分层限高					
		2301	Q3-1	19.21			分层限高	0.33	0.59
			Q3-2	29.35			分层限高		
23	2302	Q3-3	23.75	分层限高	3.23	5.36			
		Q3-4	13.1	分层开采					
		Q3-5	21.33	分层限高					
		Q3-6	27.24	分层限高					
		2401	Q4-1	14.75			限高开采	0.53	1.62
			Q4-2	11.15			限高开采		
24	2402	Q4-3	22.77	限高开采	0.96	4.71			
		Q4-4	32.55	分层限高					
		Q4-5	29.59	分层限高					
		Q4-6	26.79	分层限高					
25	2501	Q5-1	14.21	分层开采	0.18	0			
合计					8.22	17.12			

注:按照设计分两层

(下转第 7 页)

据实际情况进行分析,对已稳定的矸石山尽量不破坏其稳定性,以确保矸石山稳定安全。

(3)削坡、摊铺、碾压等工序必须有较高的、明确的设计要求。尤其要注意两点:①削坡整形时注意减少作业面开口面积,整形后及时碾压、覆土,避免施工中硫化氢等有害气体集中扩散;②注重碾压,特别是边坡碾压要达到设计密度,碾压强度不够,密实度不足以达到隔绝空气的标准,存在矸石复燃隐患。

(4)加强治理现场安全监测及施工管理。治理时要对现场的矸石自燃情况随时探测,特别要重视内部温度的变化,防止再次发生自燃;要加强现场有毒有害气体的监测监控工作;工作现场规范化封闭管理,设立明显及足够的警示标志,禁止闲杂人员入内;做好作业人员安全技能培训及安全防护等方面的工作。

(5)必须完善喷灌系统设计。矸石山的综合治理必须设置喷灌设施,做好喷灌洒水工作,才能保证矸石山的水土保持,巩固矸石山治理成果。

(6)加强矸石山后期日常维护工作。矸石山的治理是一个持续的过程,治理工程的完成并不意味着治理工作的结束。治理后,仍需继续维护管

理,直到稳定为止,以防止覆土层下沉、开裂,防止煤矸石堆体失稳而造成滑坡等事故。因此必须建立健全各项管理制度,完善治理后的定期检查、监测制度,加强对矸石山内部结构稳定性和有毒有害气体含量的监测监控,加强拦矸坝、排矸场地的安全管理及监测,预防矸石山发生溃堆、滑坡和自燃现象。

6 结论

潞安集团公司矸石山的综合治理是在生态理念的前提下,采用科学技术对矸石山进行生态恢复,是一项改善矿区生态环境、惠及职工群众的好事,也是履行社会责任的一件大事。煤矿矸石山治理投资较大、历时漫长,但治理后不仅解决了环境污染问题,还使矸石山变成了风景优美的生态景观。

参考文献

- [1] 竹涛,舒新前,贾建丽. 矿山固体废物综合利用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
- [2] 刘利红. 浅谈矸石山治理[J]. 山西建筑, 2010, 36(22): 356-357.
- [3] 贺春玲. 矸石山自燃的灭火技术及预防措施[J]. 煤炭技术, 2008, 27(3): 93-95.

(上接第 31 页)

从表 6 可以看出,采取分层限高开采共损失煤炭资源 17.12 Mt,占井田总资源量的 3.47%,从矿井安全及目前保水采煤技术水平、以及资源合理开采角度出发,采取限高措施是可行的,合理的,也是必要的。

5 结语

煤矿开采对地下水资源的影响是显而易见的,主要表现为:采空塌陷使煤层上覆岩层产生大量垂向张拉裂缝,造成上覆含水层水位下降甚至疏干。这种影响在很长时间内难以修复,甚至是永久性的、灾难性的。但是,只要保护措施得当,这种影响又是可以控制的。在本井田开采中,只要合理控制采高,保证安定组隔水层不被贯通,矿井开采对当地水资源、乃至生态环境的影响都是可以承受的。在水资源越来越宝贵的今天,煤矿开采过程中采取合理有效的“保水采煤”措施是完全必要的,也是可行的。

参考文献

- [1] 乔小娟,李国敏,周金龙,等. 采煤对地下水资源与环境的影响分析——以山西煤矿开采区为例[J]. 水资源保护, 2010, 26(1): 49-52.
- [2] 王力,卫三平,王全九. 榆神府煤田开采对地下水和植被的影响[J]. 煤炭学报, 2008, 33(12): 1408-1414.
- [3] 周进生,王剑辉,党学亚. 矿产开发对地下水失衡影响及其控制对策——以陕北煤炭资源开发为例[J]. 中国矿业, 2009, 18(12): 52-55.
- [4] 白喜庆,孙立新. 榆神府矿区煤炭开发对地下水的影响及生态环境负效应[J]. 地球学报, 2002, 23(Sup.): 54-58.
- [5] 杨策,钟宁宁,陈党义,等. 煤炭开发影响地下水资源环境研究一例——平顶山市石龙区贫水化的原因分析[J]. 能源环境保护, 2006, 20(1): 50-52.
- [6] 张伟. 煤矿开采对地下水的影响及其脆弱性评价[J]. 地下水, 2010, 23(1): 13-14.
- [7] 吴玉生,赵亚平,杨亚静. 煤矿开采对地下水资源的影响[J]. 能源环境保护, 2004, 18(6): 1-3.
- [8] 成春奇,徐龙,徐强. 采矿活动对煤矿区地下水环境的影响评价原则[J]. 中国煤田地质, 1995, 7(3): 68-71.