

文章编号: 1001-1986(2005) 05-0050-04

# 论保水采煤问题

范立民 (陕西省煤田地质局, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 采煤会造成地下水严重渗漏, 同时对生态环境影响巨大, 保水采煤在陕北地区是非常必要的。本文系统地论述了陕北侏罗纪煤田保水采煤的由来、基本思路、途径及地下水的勘查、开发利用、水源保护区设置等问题, 评述了陕北侏罗纪煤田榆神府矿区保水采煤区划, 从科学发展观角度, 提出了一些保水采煤建议。

**关键词:** 保水采煤; 地下水; 萨拉乌苏组; 榆神府矿区

**中图分类号:** P641.8 **文献标识码:** A

## Discussing on coal mining under water-containing condition

FAN Li-min (Shaanxi Provincial Coal Geology Bureau, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Coal mining can result in groundwater seriously seeping and seriously influencing aquatic environment. Coal mining under water-containing condition in the North Shaanxi area is very necessary. This paper systematically discussed the cause, basic way of thinking, path and underground water concerning problems for coal mining under water-containing condition in the North Shaanxi Jurassic Coal Field. The paper evaluated and described the district programming of the Yushenfu Coal Mining Area of North Jurassic Coal Field on coal mining under water-containing and offered some proposals from scientific and development viewpoints.

**Key words:** coal mining under water-containing; groundwater; Salawusu Formation; Yushenfu coal mining area

## 1 引言

保水采煤是陕北、内蒙古西部等煤矿区一个永恒的话题<sup>[1]</sup>。它是针对陕北侏罗纪煤田开采过程中, 萨拉乌苏组地下水的严重渗漏与生态环境恶化而提出的。

众所周知, 陕北侏罗纪煤田处于毛乌苏沙地与黄土高原的接壤地区, 生态环境脆弱, 水资源贫乏, 煤田开发过程中地下水渗漏、水位下降严重, 对生态环境影响大。为此, 笔者从科学发展观的角度, 对这一问题进行必要的论述, 以期引起有关部门的注意, 真正做到“保水采煤”, 实现大型煤炭基地的科学发展。

## 2 关于保水采煤

### 2.1 保水采煤问题的提出与由来

保水采煤的基本思想是 1990 年之后形成的。1990 年 4 月 28 日和 12 月 20 日, 神北矿区的瓷窑湾煤矿先后两次发生巷道冒顶事故<sup>[1]</sup>。虽然涌入矿井的水不多, 但大量的沙掩埋了巷道, 并引起了地下水位的持续下降、顺沟渠水库干涸、饮马泉流量迅速减

少, 小溪断流和植被枯萎。1992 年, 作者在论述神北矿区的主要环境地质问题时<sup>[1,2]</sup>, 对陕北煤炭开采过程中的地下水保护进行了叙述, 首次提出“保水采煤”的观点, 但尚未使用“保水采煤”一词。借鉴瓷窑湾煤矿的事故, 1995 年初, 为了保证大柳塔煤矿的安全投产, 开展了突水防治工程<sup>[4]</sup>, 对陕北采空区的地下水渗漏有了新的认识。

1995~1998 年, 由煤田地质总局牵头, 陕西煤田地质局 185 队、中煤水文地质局和中国矿业大学等单位联合承担开展了《中国西部侏罗纪煤田(榆神府矿区)保水采煤与地质环境综合研究》<sup>[5]</sup>, 在这一研究中, 首次明确使用“保水采煤”一词。保水采煤的研究面积涉及陕西省境内北纬 38°30′ 以北的侏罗纪煤田分布区, 此成果从宏观上对决策者起到一定的指导作用, 也奠定了保水采煤研究的基础。但由于除神北矿区外的其他地区勘查程度低, 控制工程少, 其研究深度不足以满足保水与生态环境保护的需求。

2003 年, 陕西煤田地质局开展了深化研究<sup>[4]</sup>, 研究区域近 1 000 km<sup>2</sup>, 是在上述工作基础上开展的更细致的研究, 该研究具体到一些规划中的大型井

田,分析了保水采煤的条件,提出了保水采煤的措施。近年来,作者在参与或主持各种地质勘查项目时,进一步探讨了保水采煤的问题<sup>[5~9]</sup>,再次提出了进行保水采煤深化研究的建议<sup>[10]</sup>。

## 2.2 采煤过程中的保水程度问题

采煤不可能不造成一定的地下水渗漏,但保水采煤到底保到什么程度,才算是保了水?笔者认为,针对陕北沙漠型河流及植被的特点,保水程度至少应考核以下两个指标:一是不至于造成泉水的干涸或大幅度减流;二是对植被的生长条件不产生大的影响。

首先是对泉流量的影响不大,最起码应该使泉流量衰减幅度不大于20%。目前的情况截然相反,许多泉眼干了,衰减幅度达72%~95%,甚至完全干涸,乌兰木伦河的许多支流水系也随之枯竭,最终导致窟野河的大面积断流。这就没有达到保水的目的。

其次是植被的生长状态问题。据了解,陕北沙漠地区植被的生长条件与根系的发育程度、地下水位的埋藏深度等关系密切。在地下水埋藏深度小于2.5~4 m时,植被类型众多,生长良好,河流基流量基本可以得到满足,土壤不会产生盐渍化,表生生态处于良性状态。地下水位埋深增大时,部分植被不适合生长,一些植被出现病态,甚至枯萎,尤其是对乔木的影响最大。

所以,保水的程度,应该使地下水位下降后确保本地区丰富的植被类型和生物多样性。但是,风沙区适应生态、农林保护的合理地下水位、最佳生态环境与水资源消长的和谐关系,以及煤炭开采与地下水的协调关系等,是需要继续研究的内容。

## 2.3 保水采煤的基本思路

我们认为,对陕北侏罗纪煤田保水采煤的基本思路是在尽可能多采煤的同时,保护地下水资源的含水结构不受破坏,地下水位不下降或下降幅度小,不足以引起环境的变异和泉流量的衰减。基于这一思路,对不同地质环境条件的区域,应该区别对待,并分为以下几种类型。对于不存在萨拉乌苏组含水层,第四系不含水的地区,如神木北部矿区的柠条塔井田、新民矿区的一些井田等,就不存在保水采煤的问题。

对于煤层埋藏浅、第四系又富含水的地区,煤层开采会造成地下水全部渗漏的地区,如乌兰木伦河上游的一些井田(含内蒙古境内的马家塔等井田)、秃尾河流域的青草界泉域等,一旦开采,矿井突水可以通过提前疏降水工程保证,但不能保证地下水含

水结构、生态环境的破坏。故暂时应不予采煤。

对于煤层埋藏适中,第四系萨拉乌苏组含水,同时其底部有厚度较大的隔水层(包括第三系红土隔水层和侏罗系风化带隔水层),煤层开采的冒裂带发育不到萨拉乌苏组底部,不至于破坏含水层结构的地区,可以实现保水采煤的目的。

另外,介于上述两者之间的区域,有含水层分布,也有隔水层,但隔水层的厚度有限,煤层开采后,需要采取一定的措施,才可以保护地下水不受破坏。如秃尾河沿岸的一些井田。需要进一步研究的内容包括陕北浅埋藏煤层采动覆岩破坏规律,采空区充填技术试验研究、地下水位下降与沙漠地区植被生存条件的关系等。

## 3 采煤保水的途径

采煤保水的前提是保护环境,保护生态。在陕北地区,实现采煤保水的途径有两个:一是合理选择开采区域;二是采取合理的采煤方法和工程措施。除此之外,别无选择。

### 3.1 合理选择开采区域

陕北地区煤炭资源分布非常广泛,明长城沿线以北的广大地区几乎都赋存有巨厚的煤层,煤炭开采既可以在长城沿线的浅埋藏地区,也可以在陕西与内蒙古省界的深埋藏地区,这些地区的地层结构有较大的差异,归纳起来主要有3类:

第1类地区 第四系萨拉乌苏组直接覆盖在延安组含煤地层上面,之间无隔水层或隔水层厚度小,达不到隔水的目的,煤层上面的基岩厚度小,一般只有几十m;

第2类地区 没有萨拉乌苏组含水层,延安组直接出露地表或被黄土、红土层覆盖,第四系不含水或含水微弱,不存在保水问题;

第3类地区 萨拉乌苏组含水层下伏有红土、黄土隔水层和较厚的直罗组、安定组等相对隔水的岩层<sup>[10]</sup>,煤层埋藏深度一般400 m以深,煤层的开采影响不到萨拉乌苏组含水层,不会对地下水造成渗漏,可以实现保水采煤的目的。如榆神矿区深部地区,最上部的可采煤层埋藏深度一般400~700 m,红土隔水层厚度80~160 m,基岩风化带厚度也达上百米,是陕北采煤有利于保水的最佳地区。

根据以上地质背景条件,第1类地区是不宜开采的区域,这类地区主要集中在目前正在大规模开采的乌兰木伦河两岸和秃尾河流域沿岸,即以往所说的埋藏浅、易开采区域,也是最急需保水的地区。已经开采的矿井,应该采取切实的措施,保护地下水

资源的含水结构不受破坏。没有开采的井田,在没有彻底解决萨拉乌苏组地下水渗漏问题之前,暂缓开发。第 2 类地区是应鼓励开采的地区,有的井田已经开采,有的还没有开采(如神北矿区柠条塔井田)。由于这类地区分布范围有限或地理位置等原因,并没有引起人们的足够关注。第 3 类地区也属于鼓励开采的地区。但由于认识上的差异,一些人认为(主要是煤炭企业),煤层埋藏深,生产成本低;也有人认为(主要是国土资源部门的个别人),属于水源保护区,不应该开采。持后者观点的,主要是只了解浅层地下水的分布,对煤炭资源与地下水资源的关系、煤层开采对覆岩破坏规律等不了解,是片面的观点。

### 3.2 选择合适的开采方式

松散含水层下采煤由于应力平衡状态被打破,煤层上覆岩土发生沉降变形并产生一系列裂隙,松散层内地下水将通过裂隙发生渗漏破坏,对矿井安全造成威胁。通常情况,实现水体下安全开采的措施有 3 种:预留防水煤柱,预先疏排和从开采方法上采取措施。这些技术途径均是从保证井下安全生产为出发点。

针对陕北而言,预留防水煤柱是保水的一种途径,这主要适合在烧变岩地下水区及隔水层厚度与冒裂带高度基本相当的地区,是烧变岩区保水开采的主要方式。留设浅部防水安全煤柱,使冒落带、导水裂隙带发育在含水层底界以下,并留有足够尺寸的保护岩柱,这是该区能够保水开采的技术关键所在。预先疏排水是神东矿区普遍采用的方法,虽然达到了安全生产,但并没有达到保水的目的,萨拉乌苏组的地下水被全部疏干。

最近,有人介绍了利用旺格维利采煤法实现保水的方式。但该方法煤炭资源的回采率低,开采工艺相对落后,在陕北这样的生态脆弱地区,并不值得提倡。

陕西煤田地质局最近提出,可采取充填式采煤的设想<sup>[10]</sup>,在工作面回采过程中,随时对采空区进行充填,减少顶板破坏,来达到保水目的。但这在技术和经济上是否可行,有待于进行必要的试验研究。

对萨拉乌苏组松散层水体下实现安全采煤所采取的技术方法和途径主要是从本研究区所特有的地质条件入手,结合留设防水煤柱,在尽可能保护萨拉乌苏组地下水资源能稳定供水的前提下,实现矿井安全生产。

## 4 关于陕北地下水的开发利用问题

陕北水资源贫乏,各种水资源的利用顺序是,优

先利用地表水,科学、适度、合理开发利用地下水,积极开发空中水,尽快引用黄河水。尽管地下水的开发一直排在地表水后,地下水的勘查、规划、利用的力度仍然较大。保水的目的是保护并不断改善生态环境。因此,不仅采煤过程中要保水,地下水开发利用过程中,也要科学、合理地用水,也要保水。我们不能使花费了大量耗费取得的“保水”成果,被地下水资源的不合理开发利用所“抹杀”。因此,“科学、适度、合理开发利用地下水资源”是必须坚持的原则。

### 4.1 地下水的可持续利用问题

煤炭开发利用是陕北能源化工基地建设最主要的组成部分,而水资源问题已成为这一基地建设的关键制约因素。

2004 年 11 月 2 日陕西省政府在西安召开的“陕北能源化工基地建设科技行动高层论坛”大会上,陕西省副省长朱静芝赞同了我局提出的《陕北煤炭资源开发可持续发展思路研究》成果中的一些提法,指出:“陕北能源化工基地建设,要根据水资源的总量、煤炭资源的质量和生态环境的容量为基础,加强规划,合理开发利用,走可持续发展道路”,“规划先行、勘探先行、科技先行”,“开发与开放并重,开发与保护并重”。还特别提出“水资源的总量、生态环境的容量”问题,这些正是基于地下水、生态环境承载力为基础可持续发展的观点。

受陕西省政府的委托,2004 年 11 月,陕西省科学技术协会、省发展和改革委员会主办,陕西省煤炭学会、水利学会、地质学会、石油学会等 8 个学会协办了“陕北能源化工基地建设中的水资源可持续利用研讨会”,这次大会形成的专家建议指出:“陕北水资源利用的优先顺序是首先保证生态环境用水,其次严格按照规划保证能源化工基地建设用水,限制并逐渐削减农业用水”,“科学、适度、合理开发利用地下水资源”。本次研讨会学术委员会副主任王双明同志还指出:“在农业用水与能源化工基地建设用水发生矛盾时,果断地停止农业用水,农耕退出风沙区”(注:省政府于 20 世纪 90 年代曾经在陕北风沙区建设有  $4 \times 10^4 \text{ hm}^2$  农副产品生产基地)。

应该指出,“适度”开发陕北地下水是首次提出,也是非常及时的。1997~2001 年的干旱年份,陕北地下水位普遍下降 1.81~2.60 m,而一些机井集中的地区,下降幅度更大,特别是沙漠地区,一旦地下水的开发过度,出现的生态环境问题是很难恢复的。

### 4.2 关于水源保护区问题

固然,在陕北采煤需要保水,保水采煤也受到了

各界的广泛关注,尤其是煤炭、国土资源部门,在各种场合都提及保水采煤,个别部门甚至以保水采煤为“借口”,做出了一些不符合保水采煤方针的错误决策,并得以实施。如有的规划将陕北侏罗纪煤田西北部的广大地区列为水源保护区,并定为严禁进行煤炭勘查、开采的区域。事实上,该区域煤层埋藏深度达400~700 m,其上覆有巨厚的岩层和隔水层( $N_2$ ),是陕北采煤对地下水的影响最小的区域,应该属于最有利于采煤保水的地区,应鼓励开发。相反,煤层埋藏浅,其开采对地下水影响大,甚至造成地下水全部疏干的区域,却没有“规划”为水源保护区,反而鼓励开采,甚至已批准开发(如锦界井田)。

水源保护区的设置,应该在保水采煤综合研究的基础上,根据采煤对地下水影响程度的区划(划分图),进行合理厘定,并不是目前地下水资源丰富的地区都需要设置为水源保护区,榆神矿区南部(北纬 $38^{\circ}30'$ 以南)的部分地区,如上河煤矿开采区<sup>[17]</sup>,尽管萨拉乌苏组含水层厚度不大,但由于沙化较严重,为关照生态需水,仍然需要设置为水源保护区。

#### 4.3 关于地下水的勘查问题

前已述及,陕北地下水的利用次序一直排在地表水之后,地下水只可作为补充或分散、零星开采,本区地下水最主要的功能是维护并改善生态环境,最终解决陕北能源化工基地用水的途径是从黄河引水。尽管如此,本区目前仍然进行就水论水的勘查工作,评价的结果也只是第四系地下水(或部分区域包括白垩系地下水),没有与煤层及煤炭开采覆岩破坏的影响结合起来考虑,显然,这不仅是投资决策上的浪费,可能也是对决策层的误导。

## 5 结论与建议

我国确定的13个大型煤炭基地,有两个处于陕北侏罗纪煤田(神东、陕北),但神东矿区已经开采的实践表明,浅部煤层开采对地下水资源破坏严重。陕北煤炭生产基地(主要是榆神、榆横矿区)的部分地区也同样面临保水问题,榆神矿区上河煤矿( $30 \times 10^4 \text{ t/a}$ ),2004年3月10日发生突水,最大突水量近 $700 \text{ m}^3/\text{h}$ ,致使附近地下水位下降,如不及时围堵,将对生态环境产生严重影响。因此,实现煤、水并举,是陕北煤炭资源开发可持续发展的关键<sup>[1]</sup>。中国工程院2004年撰著的《西北地区水资源配置生态环境建设和可持续发展战略研究·工矿卷》<sup>[19]</sup>中,也

明确指出:“要认真做好一些必须‘保水采煤’矿区的水资源保护”,“陕北许多矿区,地下水分布于煤系之上,需‘保水采煤’,认真对待,有合理规划和措施”。

为此,作者认为,陕北地区煤炭资源的开发,首要的是树立科学的发展观,绝不能以牺牲环境为代价,获取暂时的、局部的、集团(企业)的经济利益。更不能为了出政绩而盲目布局,“滥采滥挖”(有合法手续的不合理开采),一定要有适度的开发规模<sup>[8]</sup>、合理的工业布局和合适的开采技术。其次,要进一步加强总体规划工作,将陕北侏罗纪煤田作为一个整体的“基地”进行规划,不能有煤就规划井田,而要根据保水采煤和生态环境保护的要求,在可持续发展方针的指导下,做出科学的规划。这种规划,可能使许多含煤区不应划为井田(如目前开发的锦界井田,就不宜规划开采)。同时,建议进一步加强基础地质勘查与研究,进行煤炭资源、水资源及开采条件(保水前提下的开采条件)的综合勘查研究工作,从三维空间角度探明煤、水、岩等的组合形态、质量特征等及物理、力学、水理性质,研究在采动条件的变形规律与破坏特征,做好煤田水文地质工程地质工作。

作者就保水采煤问题曾多次与教授级高工——王双明和叶贵钧进行了深入探讨,在此一并致感。

## 参考文献

- [1] 韩树青等.开发陕北侏罗纪煤田几个水文地质工程地质问题的分析[J].中国煤田地质,1992,4(1):49-52.
- [2] 范立民.神木矿区的主要环境地质问题[J].水文地质工程地质,1992,19(6):37-40.
- [3] 范立民.神府矿区矿井溃沙灾害防治技术研究[J].中国地质灾害与防治学报,1996,7(4):35-38.
- [4] 王双明,范立民等.榆神矿区保水采煤研究[R].西安:陕西省煤田地质局,2003.
- [5] 范立民.榆神府煤田开发可持续发展的基本模式[A].环境地质研究(第四辑)[C].北京:地震出版社,1999:145-151.
- [6] 范立民,蒋泽泉等.榆神矿区强松散含水层下采煤隔水层特性的研究[J].中国煤田地质,2003,15(5):25-26,30.
- [7] 范立民,寇贵德等.浅埋煤层开采过程中地下水流场的变化规律[J].陕西煤炭,2003,22(1):26-28.
- [8] 范立民.论陕北煤炭资源的适度开发问题[J].中国煤田地质,2004,16(2):1-3.
- [9] 范立民,蒋泽泉.榆神矿区保水采煤的工程地质背景[J].煤田地质与勘探,2004,32(5):32-35.
- [10] 范立民等.陕北浅埋煤层采空区回填减沉保水试验方案[R].西安:陕西省煤田地质局,2004.