

# 神府—东胜煤田开发对乌兰木伦河 行洪安全的影响评价\*

张汉雄 王占礼

(中国科学院  
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

**摘 要** 根据乌兰木伦河考察资料和设计洪水的计算分析,在几处河床淤积和堆积严重的断面,采矿后河道行洪断面和行洪能力比采矿前减少了33%—50%。文中还提出确保河道安全行洪的建议与对策。

**关键词** 洪峰 洪水断面 洪水量

## An evaluation of influence of Shenfu—Dongsheng coal mining on the safety discharging flood in Wulanmulun river

Zhang Hanxiong Wang Zhanli

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia Sinica  
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** Base on investigation data and analysis of design flood in Wulanmulun river, the flooding section area and the flood discharge have decreased by 33 to 50 percent. Since coal mining in 1987. Some suggestions and countermeasures on a safe discharging flood in the river are also presented in the paper.

**Key words** flood discharge flooding section flood peak

神府—东胜煤田开发以来,由于矿区建设、采煤等的大量废弃土石碴造成新增水土流失,使乌兰木伦河河床淤积严重;特别是在河道中露天采煤剥离的大量沙石堆积于河床,严重影响河道行洪安全,危及矿区建设和沿岸工农业发展。1993年12月国务院在榆林召开的“矿区开发环保现场办公会议”上,特别强调了“确保矿区河道行洪安全是头等大事”,陕、蒙两省(区)各级主管部门立即行动,组织人力、机械进行河道清障,确保安全度汛。1994年4月我们在矿区考察时,河道中堆积物混乱不堪,千疮百孔,行洪障碍十分严重,但已开始清障。至1994年6月,一期清障工作初步完成,部分河段还有影响行洪的固定障碍,但河床中的堆积原状已不复存在。为了评价矿区

\* 收稿日期:1994—09—10 \* 参加河道考察的还有神木县水利水保局乔大斌同志。

开发后河道淤积和堆积物对行洪能力的影响程度和应采取确保行洪安全的防治对策,本文根据考察中的实际量测资料分析乌兰木伦河矿区河段采矿前后的行洪能力变化,为矿区河道整治设防标准提供参考。

## 1 乌兰木伦河的洪水特征及其危害

### 1.1 暴雨洪水特点

乌兰木伦河属较平缓的山区河流,考察河段河床宽约 400—600m,纵比降 2.5‰—3.5‰,除几处较大弯道外,一般河段较顺直。该流域地处干旱与半干旱区的过渡地带,河流正常流量约 1—2.5m<sup>3</sup>/s,枯水期甚至断流;同时也位于黄土高原北部的暴雨中心,暴雨洪水较多,大于 3 000 m<sup>3</sup>/s 的洪峰流量屡见不鲜。因此,在矿区开发前暴雨洪水就是当地的一个主要自然灾害;在矿区开发后,由于新的水土流失显著增加,河床淤积和堆积增多,致使河道正常行洪严重受阻,水位抬高,洪水危害程度有增大的趋势。

该流域暴雨洪水发生的频率较大,且暴雨强度大,洪峰流量模数高达 2.7—4.5m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>,洪水突发性强。据乌兰木伦河下游王道恒塔水文站 1959—1993 年 34 年实测资料,出现大于 1 000 m<sup>3</sup>/s 的洪水 22 次,大于 3 000m<sup>3</sup>/s 的洪水 8 次。不同洪峰流量等级洪水发生的频率为:≥300m<sup>3</sup>/s 为 91.2%,≥500m<sup>3</sup>/s 为 76.5%,≥1 000m<sup>3</sup>/s 的频率为 64.7%,≥3 000m<sup>3</sup>/s 为 23.5%,≥5 000m<sup>3</sup>/s 为 8.8%,≥9 000m<sup>3</sup>/s 为 2.9%。1976 年 8 月 2 日,上游乌兰镇发生日雨量为 248mm 的大暴雨,乌兰木伦河出现有记录以来最大的洪峰流量,王道恒塔站实测洪峰流量为 9 760m<sup>3</sup>/s。1989 年 7 月 21 日,矿区上游暴雨中心 3h 降雨 120mm,该站出现 4 600m<sup>3</sup>/s 的洪峰流量,为矿区开发以来最大的洪水。

该地洪水的典型特征是暴涨暴落,造峰历时短,峰值高且削减快,属尖瘦型。洪水规律可由实测的典型洪水与设计洪水过程线(图 1)概观一般,洪水发生突然,往往仅 20—30min 就由正常流量上升到数千立方米流量,洪峰持续仅几十分钟就急骤下降,次洪水持续时间大多在 12h 以内。这种洪水对洪水预报和采取防洪措施都极为不利,其危害和防治难度增大。

### 1.2 河道淤积堆积加剧了洪水危害

神府—东胜煤田开发以来,由于河道淤积和堆积严重,改变了河势的自然形态,影响河道正常行洪,使洪水危害程度增加。原来不会造成危害的较大洪水,现在也会导致危害,大洪水的危害程度更大,洪水威胁矿区工业设施、防护工程、村镇、交通等的安全,影响工农业生产和人民生命财产,主要表现在:

1.2.1 小洪水加速河道淤积和输沙,危害下游 在目前河道淤积和阻塞严重的情况下,河床比降减缓,水流受阻,大于 300m<sup>3</sup>/s 的洪水即可将堆积的松散沙石挟带至下游或淤积,且在堆积体前流速减少,加速悬移质和推移质的淤积。而这种洪水频率高,几乎每年都有,因而对河道淤积和输沙影响很大。

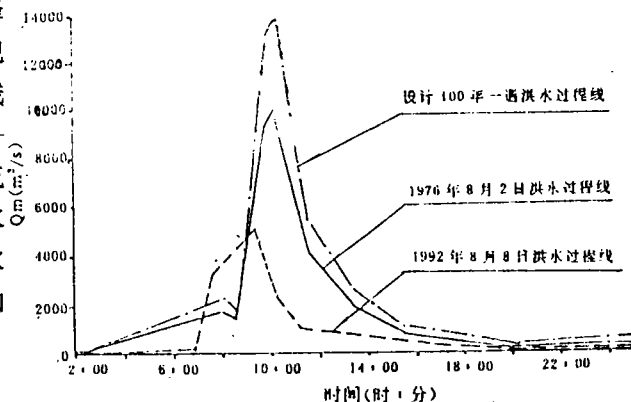


图1 王道恒塔站典型洪水与设计洪水过程线

1.2.2 淤积使河床升高,洪水淹没面积增大 淤积使两岸部分农田变为河漫滩。同时,河床升高使河槽变得宽浅,易于冲刷岸坡、扩宽河槽,冲毁两岸的一级(或三级)阶地中的农田、道路等设施。仅在考察河段,近 10 年来,因河床升高洪水淹没、冲毁的农田有数千亩,护岸堤防数千米,以及部分公路改道。

1.2.3 便桥梁、护岸堤等设施防洪标准降低,安全受到威胁 1986 年建成的大柳塔公路桥,现在平均淤高 2.38m,部分桥墩被埋没,原设计平均每孔过水断面面积为 180m<sup>2</sup>,共计 2 160m<sup>2</sup>,现过水断面面积减至 1 347m<sup>2</sup>(表 3),减少了 37.6%,行洪能力由原设计的 11 700m<sup>3</sup>/s 减为 7 170m<sup>3</sup>/s,相应地设计标准由 100 年一遇洪水减至 20 年一遇洪水。目前正在修建新桥,以拆除阻碍行洪的旧桥。该段大柳塔工业小区护岸堤原设计高于河床 9m,现因淤积已减少了 1—1.5m,为防止继续淤积,护岸工程标准还应再提高。

1.2.4 淤积使河道行洪能力降低,防洪难度和灾害程度增大 当河道淤积升高到一定程度时,迫使主河槽改道,河势摆动,在一定水位下河道行洪能力降低,还严重冲刷岸坡,增加防洪工程难度。仅在大柳塔至敏盖免淤积严重的河段,为保护村庄农田需新修护岸堤约 13km。淤积抬高河床,河势摆动,使洪水危害范围扩大。如 1989 年 7 月 21 日和 1992 年 8 月 7 日,王道恒塔站实测洪峰流量分别为 4 600m<sup>3</sup>/s,仅相当于 10 年一遇的洪水并造成严重灾害。矿区正在施工中的公路桥、护岸工程、小区建筑工地、乡村办小煤矿的设施和材料被冲毁或淹没,还冲毁淹没农田 596 亩,河堤工程 15 处,直接经济损失达 328.5 元。

2 矿区河段设计洪水分析

设计洪水采用王道恒塔站的实测年最大洪峰流量系列资料分析,并考虑历史大洪水来推求设计洪水,求得洪水要素参数  $C_v$ 、 $C_s$ 、 $\bar{Q}$  和  $\bar{W}$  后,可按下式计算设计洪峰流量和洪水总量,即

$$Q_p = K_p \bar{Q}$$
(1)

式中:  $Q_p$ ——设计频率  $P$  的洪峰流量, m<sup>3</sup>/s;  
 $K_p$ ——设计频率  $P$  的模比系数,由  $C_v$ 、 $C_s$  查专用表求得;  
 $\bar{Q}$ ——多年平均年最大洪峰流量均值, m<sup>3</sup>/s。

$$W_p = K_p \bar{W}$$
(2)

式中:  $W_p$ ——设计频率  $P$  的一次洪水总量,采用 24h 洪量, m<sup>3</sup>;  
 $\bar{W}$ ——多年平均年最大一次洪水总量均值,采用 24h 洪量, m<sup>3</sup>。  
王道恒塔站的设计洪峰流量与洪水总量见表 1 和图 1。

表 1 王道恒塔站不同重现期的设计洪水

洪水要素	设计参数	设计重现期(年)			
		100	50	20	10
$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	$C_v = 1.2, C_s = 2C_v, \bar{Q} = 2500$	13900	11900	8800	6482
$W_p$ (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	$C_v = 1.2, C_s = 2C_v, \bar{W} = 2500$	13900	11900	8800	

对于需要评价行洪安全的其它河道断面,因无实测流量资料,采用《榆林地区实用水文手册》中的经验公式来推求设计洪水,即

$$Q_p = C_p F^n$$
(3)

式中:  $Q_p$ ——设计频率  $P$  的洪峰流量, m<sup>3</sup>/s;

$F$  ——设计断面的集水面积,  $\text{km}^2$ ;  
 $C_p$  ——为地区综合参数, 由《水文手册》查用。  
则可计算出评价断面设计洪峰流量(表 2)。

表 2 矿区主要河道断面的设计洪峰流量

断面位置	所在河道	设计频率的洪峰流量( $\text{m}^3/\text{s}$ )				
		集水面积( $\text{km}^2$ )	$Q_1\%$	$Q_2\%$	$Q_5\%$	$Q_{10}\%$
补连滩	乌兰木伦河	2655	10720	9216	6796	5275
瓷窑湾	乌兰木伦河	2658	10735	9227	6804	5280
大柳塔	乌兰木伦河	2996	12100	10400	7670	5650
高家畔	活鸡兔沟	295	3284	2647	1836	1180

3 矿区典型断面的行洪能力分析

为评价矿区河道在严重淤积和设障情况下的行洪安全, 通过考察选择了几处河道堆积量大、淤积严重且对矿区设施安全有危害的断面作为行洪评价断面, 即乌兰木伦河的后补连塔、瓷窑湾、大柳塔公路桥和活鸡兔沟高家畔四处。限于考察时人力和时间所限, 而不对矿区整个河段的行洪安全进行评价。行洪能力的分析方法是、根据计算的各断面的不同频率的设计洪峰流量, 计算采矿前后各断面在相同水位时可安全通过的洪水流量和通过设计洪水流量时的洪水位, 以及各种洪水位可能产生的洪水危害。

3.1 断面过洪流量计算

河道洪水属不稳定流, 其洪水要素(流量、流速、水位等)均沿程或随时间变化, 水面线计算也极为复杂。但对某一断面来说, 在设定洪峰流量一定的条件下(当然不排除断面的冲淤变化)可视为均匀的稳定流, 则可根据河道断面的水力要素(河床比降、糙率、过水断面面积、水力半径等)采用曼宁公式和谢才公式计算断面流量, 即

$$V = C \sqrt{Ri} \tag{4}$$

和 
$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \tag{5}$$

则 
$$Q = wv \tag{6}$$

式中:  $v$  ——断面流速,  $\text{m}/\text{s}$ ;  
 $i$  ——断面处河床比降, 无量纲;  
 $n$  ——河床糙率, 对于较平坦宽阔的沙砾石河床, 当宽深比  $B/H = 50\text{—}80$  时, 选用  $n = 0.03$ ;  
 $R$  ——河道断面的水力半径, 可由设定水位时的断面积和湿周求得,  $\text{m}$ ;  
 $W$  ——过水断面积, 由测量的断面图设定水位求得,  $\text{m}^2$ ;  
 $\alpha$  ——断面过洪流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ 。

按照上述计算方法, 计算出乌兰木伦河和活鸡兔沟几个淤积、堆积严重的危险断面在采矿前后的行洪能力见表 3, 以作为行洪安全评价的基础。

3.2 大柳塔公路桥行洪能力分析

从表中计算的过水断面积、流速、流量可以看出, 大柳塔公路桥原设计可通过 100 年一遇的洪水, 由于采矿后淤积严重, 过水断面面积由  $2\,160\text{m}^2$  减到  $1\,347\text{m}^2$ , 减少了 37.6%, 过水流量减少了 38.8%, 仅能通过相当于 18 年一遇的洪水( $7\,167\text{m}^3/\text{s}$ )。由于该石拱桥阻水断面积大, 若遇 20 年一遇洪水, 水位将与桥面平, 严重壅水; 在 50 年一遇洪水时, 水位将高出桥面和防洪堤约

1m,淹没大柳塔工业区。若拆除该桥,在原设计水位(9.5m)下可安全通过 50 年一遇洪水;100 年一遇洪水时,水位与防洪堤平。因之该桥已成为严重的行洪障碍必须予以拆除。

表 3 乌兰木伦河典型断面采矿前后的行洪能力比较

断面位置	水位(m)	行洪河面宽(m)	淹没程度	原河道行洪				相应重现期(年)	现河道行洪				相应重现期(年)
				平均水深(m)	断面积(m <sup>2</sup> )	流速(m/s)	流量(m <sup>3</sup> /s)		水深(m)	断面积(m <sup>2</sup> )	流速(m/s)	流量(m <sup>3</sup> /s)	
大柳塔	9.50	395	设计最高水位,距拱顶 0.5m	8.80	2160	5.42	11700	100	6.42	1347	5.32	7166	18
公路桥	11.35	395	水上桥面,壅水,有严重行洪障碍						8.22	1467	5.40	7921	20
	12.35	415	桥面水深 1m,淹没大柳塔小区						9.22	1887	5.51	10397	50
补连塔河	8.20	254	大围堤淹没 3.2m,洪水冲刷下部	7.35	1461	6.40	9350	50	5.95	1121	5.43	6088	20
道采区	9.00	270	围堤淹 4m,严重冲刷围堤下部	8.15	1606	6.73	10808	100	6.55	1256	5.78	7260	25
	10.05	276	围堤淹 5m,严重冲刷围堤下部						7.35	1529	6.11	9342	50
瓷窑湾河	7.50	405	水上平沙地,淹河道矿坑	6.25	1890	5.02	9487	50	4.45	1330	3.95	5254	10
道采区	8.20	475	平沙地全部水淹,冲刷大围堤下部	6.85	2170	5.10	11067	100	4.95	1610	4.21	6778	20
	9.85	488	河道矿坑全部受淹,严重冲刷围堤						6.15	1956	4.71	9212	50
活鸡兔沟	5.00	92	水上右岸,淹河道矿井和少量农田	4.60	655	4.95	3242	100	4.50	385	4.90	1886	20
高家畔	6.25	112	淹右岸公路北农田和矿坑						5.40	485	5.40	2619	50
	6.75	157	淹右岸川道村庄、农田和矿井						5.85	601	5.65	3395	100

注:(1)水位为由原河床最低处计算的相对高差,大柳塔桥水位为原设计洪水水位,流速亦为原设计流速。  
(2)水面宽为相应洪水位的行洪水面宽,高家畔河道水面宽为现状行洪水面宽,其它断面原河道与现河道水面宽相同。  
(3)相应重视期系根据表 2 值选用相近洪峰流量的重视期。

现在已作了拆除归桥的安排,并在下游另建新公路桥,桥墩已建成。另据王道恒塔站实测资料,1961 年 7 月 22 日大洪水,在王道恒塔(二)测流断面(集水面积 2 430km<sup>2</sup>,大致位于石圪台至后补连滩处,即该桥上游)的实测洪峰流量为 8 440m<sup>3</sup>/s,相当于 30 年一遇洪水。1976 年 8 月 2 日,王道恒塔站(三)又出现 9 760m<sup>3</sup>/s 的特大洪峰流量,大柳塔桥处洪峰约 8 000m<sup>3</sup>/s。迄今仅 33 年中,就出现了超过 8 000m<sup>3</sup>/s(足以使大柳塔桥致灾的洪水级)的两次大洪水,若再有类似的洪水发生,对大柳塔工业区和人民生命安全将造成难以估量的巨大损失。

3.3 补连塔和马家塔断面堆积物对行洪的影响

在后补连塔河道最窄处,河槽宽仅 224m(图 2),即使在此河道内不采煤,华能精煤公司露天矿防洪大堤也面临着洪水威胁,在 20 年一遇洪水下,围堤下部将淹没 1.5m,50 年一遇洪水淹没 3.2m,将严重冲刷围堤的沙质岸坡,造成大量河道淤积。而现在此河槽中乡村矿大量采煤乱堆积,河道行洪能力大大减小。在与采矿前相同的水位下,过洪流量减少了 32.8%—43.5%,即原来可通过 100 年一遇洪水的水位(9.0m),现仅能通过 25 年一遇的洪水;原来可通过 20 年一遇洪水的水位,现仅能行洪 5 年一遇的洪水。换言之,在河道乱采乱堆的情况下,现在 25 年一遇洪水的危害相当于原来 100 年一遇洪水的危害,防洪标准降低了两个等级。同时,河道中的行洪障碍将产生巨大的涌浪、急流和严重的岸坡掏挖与冲刷,造成更严重的河道输沙与淤积。在瓷窑湾

河道露天采煤堆积最严重的河段,采矿前洪水虽不致于对马家塔露天矿的安全造成威胁,但河槽堆积使河道行洪能力降低了两个重现期的等级以上。在相同洪水位时,采矿后行洪流量减少了38.8%—50.3%(图3)。采矿前河道能通过25、50、100年一遇洪水的水位,采矿堆积阻塞后,现在分别仅能通过5、10、20年一遇的洪峰流量。如不清除行洪障碍,若出现50—100年一遇的洪水水位增高2—3m,必将对马家塔露天矿防洪大堤造成严重危害,有冲垮围堤淹没矿坑的危险。

3.4 高家畔断面河道阻塞的潜在威胁

位于活鸡兔沟的高家畔村河道,采矿前河槽宽110—120m,主河槽深5m,亦无淤积和行洪障碍,100年一遇洪峰流量的洪水位基本上与河岸平,洪水不出主河槽,仅在局部河段有少量农田淹没。但现在该处河段乡村

煤矿密集,露天矿和井采矿的大量弃碴堆积于河道,使河槽宽束窄到52m,仅能安全通过20年一遇洪水,过洪流量减少了46%。若遇50年一遇洪水,右岸公路以北的农田和矿坑将被淹没冲毁;在100年一遇洪水下,由于涌浪冲刷将会淹没该处公路以南的许多矿坑(井)、村镇和大片川道农田,以及下游的村庄、道路和矿井,造成严重的洪水灾害。

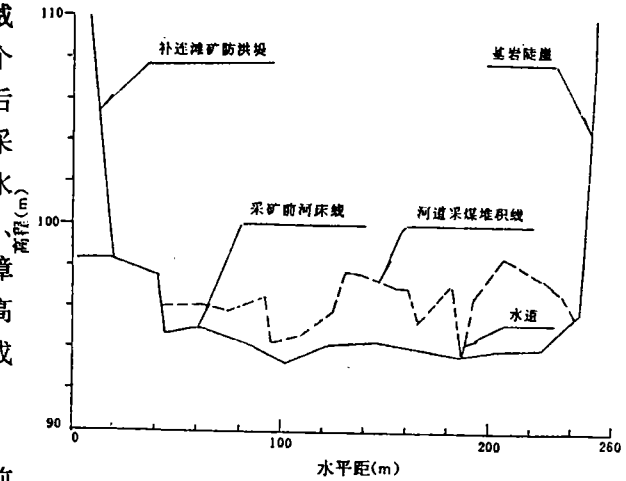


图2 补连塔断面采矿前后的河道行洪断面  
注:堆积线为1994年4月初原状,目前清障已推平,高程为假设高程

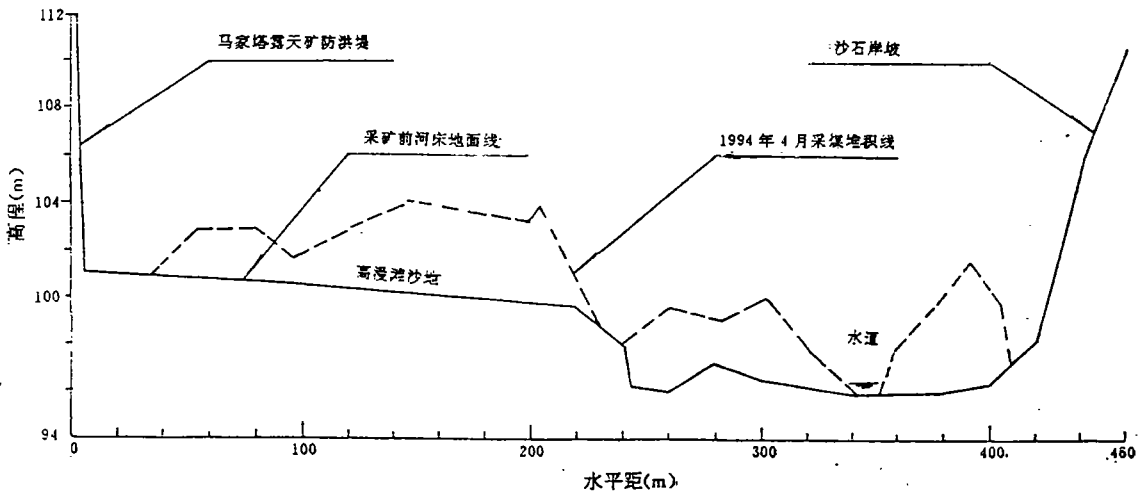


图3 窑窑湾段的河道堆积与行洪断面  
注:堆积线为1994年4月初原状,现已部分推平,高程为假设高程。

由于上述几个河道断面的行洪流量分析可知,采矿后河床淤积和堆积物量增大,形成严重的行洪障碍,在同一洪水位时的行洪能力比采矿前减少了 33%—50%,较大洪水即可造成严重危害,大洪水将造成更严重的灾害。这说明矿区开发导致洪水危害程度增大,潜伏着严重洪水灾害的威胁,必须采取有效措施,确保河道行洪安全。

## 4 确保河道行洪安全的建议与对策

为了促进神府—东胜煤田开发顺利进行,加快沿河工农业飞速发展,必须采取有效措施确保乌兰木伦河的行洪安全,特提出下述建议和对策:

1. 彻底清除或拆除河道中的行洪障碍,确保洪水畅通无阻。河道清障工作目前虽已基本结束,精煤公司的后补连塔和马家塔露天矿防洪大堤清除较彻底,拓宽了河槽的行洪断面;但河道中乡村矿的堆积物清除还不彻底,大部分是推高填低,平整河床,并未将排弃于河槽中的沙石碴运出洪水位以外。且清除后形成的堆积平台更易于造成河床淤积,潜伏的洪水危害并未完全消除。

2. 大柳塔公路桥是矿区目前唯一的交通枢纽,因河床淤高和石拱桥的阻水断面积大,形成严重的行洪固定障碍,必须予以拆除。否则,大柳塔小区防洪大堤标准降低,工业区安全受到威胁。

3. 制定完善的河道管理规章,严禁在河道中露天采煤和排弃土、石、碴和垃圾,谁设障,谁清理;临时设置的建筑物、施工围墙等,也应以不影响行洪为前提,过后应及时清理。防洪堤和土石堤岸要经常维护,严加管理,禁止在堤上或堤附近挖掘或破坏,一旦发现隐患应及时处理,以防“千里之堤,溃于一穴”。

4. 制定乌兰木伦河道整治规划,因地制宜,因害设防。由于神府东胜煤田位于乌兰木伦河下游河谷地带,矿区设施大多分布于沿河地带,建设用地十分短缺,而洪水危害又大。故急需全面进行河道整治,修建高标准防洪堤,开发河谷工业用地,促进矿区建设顺利进行。目前,黄河中游治理局已编制了该河的整治规划,建议国家应予批准,列入国家重点河道整治项目,尽快予以实施。

### 参考文献

- 1 张汉雄等. 神府东胜煤田开发对乌兰木伦河淤积和输沙的影响. 水土保持研究, 1994 年 4 期
- 2 黄河中游治理局. 神府—东胜矿区水土保持. 河道整治综合监测规划报告, 1992 年 11 月
- 3 榆林地区水利水保局. 榆林地区实用水文手册. 1978 年 7 月
- 4 华东水利学院编. 水力学. 科学出版社, 1979 年 5 月