

公路运输对黑河金盆水库水源地的污染风险

程继夏,李 刚

(长安大学 环境科学与工程学院,陕西 西安 710054)

摘 要:以西安市供水水源地——黑河金盆水库为调查对象,分析了108国道化学品运输事故对水源地发生污染的风险,并利用类比和预测的方法预测了2015年和2025年发生污染的风险。结果表明:108国道在庫区发生化学品运输泄漏事故污染的概率现阶段为0.001 2次/a,2015年和2025年的事故污染概率分别为0.001 1次/a和0.001 6次/a。

关键词:水环境;公路运输;水源地;交通事故;化学品污染;风险

中图分类号:X22; U491

文献标志码:A

Pollution risk of road transport to Jinpen reservoir water source of Heihe river

CHENG Ji-xia, LI Gang

(School of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: Taking the Xi'an city water supply source named Jinpen reservoir along the Heihe river as research object, the influence of chemical goods transport along the national 108 road near the reservoir on the water environment of the Heihe river was investigated. The pollution risk of the reservoir by the chemical good transport was estimated by forecast and analogy methods. The results show that the pollution risk probability at present is 0.001 2 times per annual, in 2015 the probability will reach 0.001 1 times per annual, and in 2025 the probability will reach 0.001 6 times per annual. 3 tabs, 8 refs.

Key words: water environment; road transport; water source; traffic accident; chemical pollution; risk

0 引 言

目前,中国城市的水资源短缺和水污染已成为制约经济发展的重要因素,因此对于水源地的保护日趋重要。国际上对于环境风险评价始于20世纪70年代,中国从20世纪90年代开始,针对事故风险展开研究工作,但至今还缺乏系统、成熟的风险评价方法;至于交通污染事故对水环境影响的风险评价则起步更晚^[1-2]。为此,本文通过对西安黑河金盆水库周边环境分析,指出最有可能发生的污染事故,

并对该风险进行定量分析。

1 金盆水库周边环境

黑河流域水源地位于西安市周至县,全域东西长约52.5 km,南北宽约37.5 km,流域面积为1 481 km²,占全流域的65.6%,流域人口为12 415人,平均人口密度为8人/km²。

黑河干流流域有108国道贯通南北,是黑河流域的交通大动脉。该公路在域内长82.7 km,有急弯28个,暗弯121个,明弯84个,明显存在交通事

收稿日期:2007-05-10

作者简介:程继夏(1962-),男,陕西岐山人,教授,E-mail:chjixia@chd.edu.cn

故隐患。黑河流域段的 108 国道辐射到厚畛子乡、小王洞乡、双庙子乡、安家岐乡的支线公路,一般为砂石路。

从黑河流域的概况来看,在水源地发生交通事故对水源产生污染的可能性最大。

2 公路交通事故污染分析

公路交通事故最有可能影响水源地水体质量,运送有毒有害物质的车辆在临近河段或库区的道路上如发生翻车事故,有毒有害物质泄漏后将随水流扩散,造成河水严重污染。根据有关规定^[3],Ⅱ类水源氰化物质量浓度要小于 0.05 mg/L。在该路段通过的车辆,除运送氰化物外,也有可能运输农药。根据毒理学分析,水中农药的质量浓度大于 0.3 mg/L 时,将会使人中毒。水源地还有一个重要的污染物便是油类,主要有石油和食用油。石油中含有对人体有害的物质;食用油本身并没有有害物质,但是油类扩散到水体中使水体表面产生油膜,阻碍水体的空气流通,造成水质恶化。

近几年,在黑河流域 108 国道共发生 3 起货车翻车事故。2003 年 8 月一辆运输冰箱的货车翻入水库;2003 年 11 月一辆运输电缆的货车翻入水库;2004 年一辆矿车翻入水库。这 3 起事故对河水污染都不严重,没有影响到水源地的正常供水。

2.1 化学品运输事故发生概率计算

2.1.1 计算公式

污染事故发生概率是用运输有害化学品的货车在黑河流域 108 国道段发生翻车事故的频率近似表示的,根据金盆水源地发生交通事故污染的频率进行风险评价。交通污染事故发生的概率 P 为

$$P=QQ_1Q_2Q_3Q_4Q_5Q_6Q_7$$

式中: Q 为中国每年发生的机动车交通事故; Q_1 为 108 国道黑河流域段长度占中国国道的比例; Q_2 为中国每年发生在国道上的交通事故占总交通事故的比例; Q_3 为翻车事故占事故总数的比例; Q_4 为该路段车流量与中国国道平均车流量之比; Q_5 为货车数量占通过该路段所有车辆的比例; Q_6 为货车所运货物中有害化学品所占比例; Q_7 为该路段中临近水源地的长度占总长度的比例。

2.1.2 各因素的取值

(1) Q 取值。根据公安部统计,2004 年~2006 年中国平均每年发生交通事故 403 884 起,则 $Q=403\ 884$ 。

(2) Q_1 取值。2006 年中国国道总里程 $13.34\times$

10^4 km,则 $Q_1=0.000\ 62$ 。

(3) Q_2 取值。根据公安部交管局对 2004 年 5 月中国交通事故分析,共发生交通事故 35 036 起,其中国道、省道发生的事故为 14 646 起。可粗略得 $Q_2=0.2$ 。

(4) Q_3 取值。根据 2001 年美国交通事故分析,得出 Q_3 约为 0.03。

(5) Q_4 取值。根据交通部统计,2006 年中国国道主干道平均车流量为 15954 veh/d,则 $Q_4=0.092\ 2$ 。

通过对 108 国道金盆水库段连续 40 h 的车流量统计,换算出车流量为 1 471 veh/d。根据陕西省超限运输检查站 108 国道仙游寺检查站对通过货车数量的检查,计算得出 108 国道黑河流域路段的车流量为 1 400~1 500 veh/d,基本符合统计数据。因此,可以用 1 471 veh/d 作为目前该路段的交通量。

(6) Q_5 取值。2007 年 7 月 10~12 日,对该路段过往车辆进行调查统计,结果见表 1。

表 1 108 国道金盆水库段车辆统计 veh

车 型	进入库区方向	出库区方向	合 计
大型货车	298	253	551
中型货车	146	193	339
小型货车	41	48	89
大型客车	58	78	136
中型客车	22	15	37
小型客车	560	598	1 158
农用车	82	59	141
合 计	1 207	1 244	2 451

从表 1 可得出,大型货车和中型货车占车流量比例为 36.3%,即 $Q_5=36.3\%$ 。

(7) Q_6 取值。根据西安市公安局黑河分局金盆水库检查站对通过库区货车运输货物种类的统计^[4],结果见表 2。

由表 2 可得出,可能污染水源的化工产品、石油、食用油的比例为 13.0%,即 $Q_6=0.13$ 。

(8) Q_7 取值。道路交通事故如果距离河水越远则造成的危害就越小,因此只需考虑紧邻河道的路段发生的交通事故。根据《西安市黑河引水系统保护条例》规定:河流从取水口起上游 1 000 m 至下游 100 m 的水域及两侧河岸外延 100 m 的陆域,水库从水库大坝至回水末端的水域及其正常水位线外延 100 m 的陆域和以水库取水口周围 1 000 m 水域为黑河引水系统水源的一级保护区,因此本文只考虑通过一级保护区的车辆发生事故对水源的影响。经过测量,108 国道黑河流域段通过一级保护区的总

表 2 通过库区不同运输物种类所占比列 %

时 间	食品百货	建材	化工产品	石油	食用油
2004 年 1 月	55.8	27.4	15.1	1.5	0.2
2004 年 2 月	37.3	47.1	15.0	0.4	0.2
2004 年 3 月	41.3	44.4	13.7	0.5	0.1
2004 年 5 月	36.0	51.3	12.3	0.2	0.2
2004 年 6 月	35.0	59.6	4.6	0.4	0.3
2005 年 8 月	46.9	42.4	9.2	1.2	0.3
2005 年 9 月	41.2	42.7	14.2	1.7	0.2
2005 年 12 月	57.0	19.7	11.0	1.9	0.4
2006 年 1 月	53.2	28.4	14.6	2.8	0.9
2006 年 5 月	32.1	53.2	13.9	0.4	0.4
2006 年 6 月	45.6	42.4	11.2	0.6	0.2
2006 年 7 月	54.0	39.2	6.0	0.7	0.0
平 均	44.6	42.4	11.7	1.0	0.3

里程为 15 km,而 108 国道在流域内总里程为 82.76 km,其比值 $Q_7=0.181$ 。

根据以上各因素的取值,计算 108 国道对水体产生影响的事故发生概率为

$$P=QQ_1Q_2Q_3Q_4Q_5Q_6Q_7=0.001\ 2\text{次/a}.$$

在 108 国道黑河流域,化学品翻入水源地的事故发生概率每年为 0.001 2 次,虽然这是小概率事件,但是一旦发生,即会产生严重后果,所以,必须引起高度重视。

2.2 2015 年、2025 年 108 国道黑河流域段交通事故发生污染概率预测

2.2.1 车流量增加的因素

(1)中国机动车保有量持续增加。近年来,汽车保有量的增加客观上增加了该路段的车流量。

(2)工矿企业生产的变化。为了保护水源地的环境质量,流域内的一部分矿点停止开采,目前仍然经营的工矿企业改为采、选分离的形式,即上游矿区只进行采矿,而造成污染严重的选矿移至下游,从而增加了该路段的货车流量。

(3)经济的发展。中国经济的高速发展使地域间的交流更加频繁,必然会增加该路段的车流量。

2.2.2 车流量减少的因素

(1)西安—汉中高速公路的开通,对 108 国道黑河流域段形成非常大的分流。根据交通部 2006 年统计,高速公路可能分流国道大约一半的车流量。

(2)该路段设有多处检查站,致使车辆的行驶效率低下,加上路况较差,存在事故隐患,故部分车辆绕道而行。

综合对比两方面的因素,108 国道黑河流域段的车流量会在高速公路通车后,有一个突然的下降,

但由于其他方面的因素,随着时间的增长,车流量又会逐渐增加。

由统计的 2002 年~2006 年中国国道主干线车流量(表 3),预测 2015 年、2025 年车流量。

表 3 2002 年~2006 年中国国道主干线车流量统计

年份 X	2002	2003	2004	2005	2006
车流量 Y/(veh·d ⁻¹)	9 790	11 512	12 894	13 938	15 954

从表 3 可看出,数据基本符合一元线性回归方程($Y=\alpha+\beta X$, α 、 β 均为系数),通过数据拟合,计算得出:

当 X 为 2015 年时, $Y=29\ 051\text{ veh/d}$;

当 X 为 2025 年时, $Y=43\ 809\text{ veh/d}$ 。

2015 年国道主干线车流量约为 29 051 veh/d;2025 年,考虑到交通及市场的饱和度,预测国道主干道车流量将超过 43 809 veh/d。这两个年度预测分别约为目前水平的 1.8 倍和 2.7 倍,与交通部的预测有一定出入。考虑到西部地区高速公路的发展而产生的分流等因素,本文采用 2015 年的 29 051 veh/d 和 2025 年的 43 809 veh/d 进行计算。

目前,黑河流域段的 108 国道车流量为 1 471 veh/d。根据中国的经济发展趋势,如果未开通高速公路,2015 年将达到 2 648 veh/d,2025 年将达到 3 972 veh/d;如考虑高速公路分流,2015 年的车流量会达到 1 324 veh/d,2025 年达到 1 986 veh/d。由此得出,2015 年对水源地水体有影响的交通事故发生概率为 0.001 1 次/a,2025 年为 0.001 6 次/a。

2.3 通过 108 国道黑河流域段的货运化学品分类

①水体无机污染物,主要有氨、氯化氢、汞、氰化氢、氰化钠、硝酸、盐酸;②水体有机污染物,主要有苯、二甲苯、甲苯、甲醇、甲醛、多氯联苯;③农药,主要有敌百虫、敌敌畏、对硫磷、甲基对硫磷、六六六、五氯酚;④消毒剂,主要有过氧乙酸、次氯酸钠、甲基苯酚、环氧乙烷;⑤富营养化污染物,主要有各类化肥,如尿素、硝酸铵、碳酸钾等;⑥油污染物,可分为石油和食用油两类。

3 居住区污染和工矿企业污染事故分析

3.1 居住区污染事故分析

(1)农药使用。黑河流域每年农作物播种面积为 2 840 hm²,居住区、耕地引起的污染事故,主要是由于农药泄漏或农药运输过程中发生事故泄入水源地造成的。农药主要有杀虫剂和除草剂两类,在虫灾发生高峰期,黑河流域杀虫剂一次用量将达到 1 704~2 556 L,用量大,时间集中,容易造成水体污

染^[5-8]。除草剂的使用也是造成污染事故的另一大隐患,以采用灭生性除草剂为例,整个播种面积用量可达4 260 L。

(2)农药运输。每年农药使用前期,必须经国道集中运至各乡,再由各农户通过支线公路运至耕地使用。农药产品在运输过程中风险最大,目前有许多漏洞,存在十分危险的安全隐患。

(3)农药储藏。农药的储藏分为农药经销商和用户储藏两类,经销商储藏量大,相对农户事故发生后果更为严重。大量农药储存要严格按照安全科学的储存方式,对于储藏的客观条件和管理方式都有较高要求。而实际情况是,各农药经销商家为了降低经营成本,大多采用普通仓库、废旧仓库甚至是露天堆放农药,存在非常大的隐患,如遭遇火灾、山洪等灾害,有可能使农药外泄,流入黑河而污染水源。

3.2 工矿企业污染事故分析

目前,黑河流域只有部分工矿企业在运营,而且采取了采、选分离的形式,因此矿点基本没有使用有害化学物品,只是采矿所需的硝酸氨炸药在运至矿区时有可能对黑河水源造成污染。大矿山每月约需要炸药20 t,小矿山约需要10 t。

硝酸氨炸药的包装方法为:两层塑料袋或一层塑料袋外加麻袋、塑料编织袋、乳胶布袋;螺纹口玻璃瓶、铁盖压口玻璃瓶、塑料瓶或金属桶(罐)外加普通木箱。因为炸药用量不大,而且包装方式密封性比较好,所以造成水体污染的可能性不大。

4 人为投毒污染事故分析

公安部门应在水源区域加强巡查力度,对进入水源地的可疑车辆严格检查,防止恐怖分子和一些不法人员在水源地蓄意投毒,危害人民健康,影响社会稳定。

2005年5月30日,在水源地附近的村民为捕捞娃娃鱼,向黑河投入“灭扫利”农药,导致周至县后畛子乡毗邻的黑河有几公里河面浮起大量的死鱼。因此,要加强对水源地周围村民的教育工作。

通过以上分析表明,108国道通过黑河水源地一级保护区的路段是最有可能发生水源地水体污染事故,其他3种情况也要引起重视,虽然所有的污染事故发生的可能性都很小,但一旦发生,即会产生严重后果。因此,在各敏感区都要严格执行有关规定,消除安全隐患。

5 结 语

(1)在金盆水库水源区内发生工矿企业事故污染、水源地内居民污染和人为投毒污染的概率很低,而化学品运输事故污染的发生概率则相对较高。

(2)对于在水源地发生交通事故的风险采用交通污染事故发生概率的方式进行分析,现阶段约为0.001 2次/a,2015年约为0.001 1次/a,2025年约为0.001 6次/a。

参考文献:

References:

- [1] 郭振仁,张剑鸣. 突发性环境污染事故防范与应急[M]. 北京:中国环境科学出版社,2006.
- [2] 刘国东,宋国平. 高速公路交通事故对河流水质影响的风险评价方法探讨[J]. 环境科学学报,1999,19(5):572-575.
LIU Guo-dong, SONG Guo-ping. An investigation to the risk assessment of water quality in river affected by traffic pollution accidents on an expressway [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 1999, 19(5): 572-575.
- [3] GB 3838-2002,地表水环境质量标准[S].
- [4] 罗明泉,俞平. 常见有毒和危险化学品手册[M]. 北京:中国轻工出版社,1992.
- [5] 高明和,高云. 农业污染事故的发生规律及防范措施[J]. 农业环境与发展,2000,(3):11-12.
GAO Ming-he, GAO Yun. Agriculture pollution accidents' appear rule and prevention and cure [J]. Agriculture Environment and Development, 2000, (3): 11-12.
- [6] 曾维华. 中国环境应急响应体系建设的探讨[J]. 环境保护,2005,(12):42-47.
ZENG Wei-hua. The environmental emergency responds system in China [J]. Environmental Protection, 2005, (12): 42-47.
- [7] 齐邦智,贺新展. 重大环境污染事故隐患风险评价指标体系研究[J]. 辽宁城乡环境科技,1996,16(4):30-33.
QI Bang-zhi, HE Xin-zhan. Evaluation indices systems of fatal environmental pollution accident hidden trouble [J]. Liaoning Urban and Rural Environmental Science & Technology, 1996, 16(4): 30-33.
- [8] 王凯全,邵辉. 事故理论与分析技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004.