

# 青藏高速公路危险物品运输环境风险评价及应急对策

郑先俊<sup>1</sup>, 尹静<sup>2</sup>, 陈瑞华<sup>2</sup>, 林涛<sup>2</sup>, 李生龙<sup>2</sup>, 宋龙飞<sup>2</sup>

(1. 西安工业大学, 陕西 西安 710021; 2. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710065)

**摘要:** [目的] 分析青藏高速公路水环境敏感路段危险物品运输环境风险, 制定相应的预防和应急对策。[方法] 在识别青藏高速公路沿线水环境敏感路段基础上, 运用概率估算算法预测危险物品运输环境风险。[结果] 青藏高速公路水环境敏感路段长 477.48 km, 占路线全长的 42.77%, 其中强敏感区路段 89.52 km, 中敏感区路段 221.49 km, 弱敏感区路段 166.47 km; 青藏高速公路在预测年内危险物品运输车辆的交通事故概率较小, 其平均发生概率为 0.162 5~1.176 0 次/a, 危险物品运输事故环境污染风险在不同敏感路段排序为: 中敏感区路段>强敏感区路段>一般路段>弱敏感区路段; 通过完善公路污染防治与应急措施以及对危险物品运输车辆的管理与监控, 能有效地降低危险物品运输事故造成的环境污染风险。[结论] 青藏高速公路水环境敏感路段占研究路段比重大, 在危险物品交通运输过程中采取污染防止措施和应急措施可以有效降低青藏高速公路危险物品运输环境风险。

**关键词:** 青藏高速公路; 敏感路段; 危险物品; 风险评价

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2019)03-0270-06

中图分类号: X5

**文献参数:** 郑先俊, 尹静, 陈瑞华, 等. 青藏高速公路危险物品运输环境风险评价及应急对策[J]. 水土保持通报, 2019, 39(3): 270-275. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2019.03.044; Zheng Xianjun, Yin Jing, Chen Ruihua, et al. Environment risk assessment and emergency countermeasures of dangerous goods transporting on Qinghai-Tibet expressway[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2019, 39(3): 270-275.

## Environment Risk Assessment and Emergency Countermeasures of Dangerous Goods Transporting on Qinghai-Tibet Expressway

Zheng Xianjun<sup>1</sup>, Yin Jing<sup>2</sup>, Chen Ruihua<sup>2</sup>, Lin Tao<sup>2</sup>, Li Shenglong<sup>2</sup>, Song Longfei<sup>2</sup>

(1. Xi'an Technological University, Xi'an, Shaanxi 710021, China;

2. CCCC First Highway Consultants Co. Ltd., Xi'an, Shaanxi 710065, China)

**Abstract:** [Objective] The environmental risk of dangerous goods transportation in sensitive water environment section of the Qinghai-Tibet expressway was analyzed in order to make the corresponding prevention and the emergency countermeasures. [Methods] Based on the identification of the water environment sensitive section along Qinghai-Tibet expressway, the environment risk of the dangerous goods transportation was predicted by probability estimation method. [Results] The length of the water environment sensitive section was 477.48 km, accounting for 42.77% of the total length of the Qinghai-Tibet expressway. Among them, the high sensitive section was 89.52 km, the medium sensitive section was 221.49 km and the low sensitive section was 166.47 km. The traffic accident probability of dangerous goods transportation vehicles on Qinghai-Tibet expressway in the forecast year was low, with the average probability of 0.162 5~1.176 0 t/a. The risk of environmental pollution in dangerous goods transportation accidents could be ranked as: medium sensitive section > high sensitive section > general section > low sensitive section. By improving the road pollution prevention and the emergency measures as well as the management and monitoring of the dangerous goods transport vehicles, the environmental pollution risk caused by the dangerous goods transport accidents could be effectively reduced. [Conclusion] The water environment sensitive section of Qinghai-Tibet expressway

收稿日期: 2018-10-19

修回日期: 2018-11-13

资助项目: 中交第一公路勘察设计研究院有限公司科技创新基金项目“高寒高海拔高速公路生态防护及植物培养关键技术研究与示范”(KCJJ201714)

第一作者: 郑先俊(1981—), 男(汉族), 重庆市綦江人, 助教, 硕士, 主要从事交通环境保护与景观绿化研究。E-mail: 1319261994@qq.com。

通讯作者: 林涛(1991—), 男(汉族), 陕西省吴起县人, 工程师, 硕士, 主要从事水环境保护与安全防护。E-mail: lshuiwen@126.com。

accounts for a major part of the studied road. Pollution prevention measures and emergency measures can effectively reduce the environmental risks of dangerous goods transportation on Qinghai-Tibet expressway.

**Keywords:** Qinghai-Tibet expressway; sensitive section; dangerous goods; risk assessment

危险物品运输车辆交通事故不仅会对道路路面及其配套设施造成污损与破坏,而且危险物品泄露会对路域大气、水体、土壤等构成污染威胁<sup>[1]</sup>。近10 a来,中国环境保护部接报并处置的突发环境污染事件中约有14.6%~33.3%是危险物品运输车辆发生交通事故而导致的突发环境污染事件<sup>[2]</sup>。基于运输危险物品的车辆流动性和运输危险物品不明确性,使得应急处置危险物品环境污染事故工作具有一定难度<sup>[3-4]</sup>。

中国危险物品公路运输管理工作处于初级阶段,国内学者陆续对公路危险物品环境风险评价及防护应急对策展开了研究,2003年,温可<sup>[5]</sup>运用概率估算法应用预测了高速公路运营期危险品运输污染风险评估,并制定了防护措施;2006年,吴宗之等<sup>[6]</sup>对中国200起典型危险化学品公路运输事故发生规律与特点进行分析,为中国危险化学品公路运输安全管理与监控提出了对策与建议;2014年,徐建平等<sup>[7]</sup>开创性地提出了高速公路应急蓄纳设施与路面径流处置设施一体化设计思路,有效缓解了运输危险化学品泄漏事故造成的水环境安全风险问题;2018年,胡馨升等<sup>[8]</sup>收集2011—2015年全国32个统计单位的危险物品运输事故发生次数,研究发现青藏高原地区发生过4次危险物品事故,其中高温季节是危险物品事故高发期;1985年,Saceomanno等<sup>[9]</sup>最先从危化品运输事故发生的机理、天气情况及运输道路等方面进行分析,为分析危化品道路运输事故的发生机理奠定了基础。2016年,吴昊<sup>[10]</sup>对高寒高海拔地区公路交通事故分析与预防对策进行研究,高寒高海拔地区独特的地理位置、气候特征和自然环境,对司乘人员和车辆性能造成巨大的影响,使得单车事故率高达50%以上,远高于其他地区公路的平均单车事故率1.58%,该地区道路交通安全形势十分恶劣。对于青藏高原地区的危险物品运输环境风险研究,国内外研究较少。因此本文拟对青藏高速公路水环境敏感路段危险物品运输事故环境污染风险进行评价与分析,针对环境污染风险预测结果提出相应的防护与应急措施,以期对青藏高速公路水环境敏感路段环境污染防范建设提供科学依据,也为青藏高速公路管理部门进行科学管理提供支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概述

拟建的青藏高速公路位于青藏高原腹地,建成后

将是青藏工程走廊重要的组成部分,是青藏两省区各族群众的血脉纽带,也是出入西藏物质的重要运输通道之一,将是世界上首例在高寒冻土区全部铺设黑色高等级路面的公路。青藏高速公路全长1 116.37 km,沿途平均海拔4 500 m,地处29°30′—36°25′N与90°30′—94°55′E之间,太阳能、地热资源丰富,气温低,降水少,地域气候差异大,平均气温、降水量和蒸发量随海拔的抬升而呈现出明显的垂直分带性,年日照时为2 500~3 200 h,年均气温在0℃以下,年均降水量在200~500 mm,降水主要集中在5—9月,青藏高速公路约有500 km线路分布于多年冻土区,生态系统脆弱而独特,沿线土地类型主要以高山草甸土为主,植被类型主要以嵩草草甸为主,该区域植被生长缓慢,植被一旦遭到破坏后极难恢复至原状<sup>[11-12]</sup>。青藏高速公路建成后将在西藏经济发展和社会稳定中发挥着重要作用,将成为西藏政治、国防、经济的“生命线”。

### 1.2 敏感路段识别依据

水环境敏感路段是指穿越排放水质标准优于《地表水环境质量标准》(GB2002-3838)中Ⅳ类水质标准区域的路段,以及穿越湿地保护区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等区域的路(桥)段。其中穿越排放水质标准不低于Ⅱ类区域的路段为水环境强敏感路段;穿越排放水质标准不低于Ⅲ类区域为水环境中敏感路段;穿越排放水质标准不低于Ⅳ类水质标准区域的路段为水环境弱敏感区<sup>[1,13]</sup>。

### 1.3 交通量分布预测

参考前人研究发现,在趋势交通量分布进行预测时,运用弗莱特法进行分析计算时收敛较快,结果更加合理可靠<sup>[14]</sup>。本次研究中青藏高速公路交通量分布预测采用弗莱特法,计算方法如下<sup>[14]</sup>:

$$Q_{ij} = Q_{ij}' \cdot \frac{T_i}{t_i} \cdot \frac{A_j}{a_j} \cdot \frac{(L_i + L_j)}{2} \quad (1)$$

$$L_i = \frac{t_i}{\sum Q_{ij} \cdot A_j / a_j} \quad (2)$$

$$L_j = \frac{a_i}{\sum Q_{ij} \cdot T_i / t_i} \quad (3)$$

式中: $Q_{ij}$ ——未来某预测特征年*i*区与*j*区的交通量分布量; $Q_{ij}'$ ——某年*i*区与*j*区的交通量; $t_i$ ——基年*i*区交通吸收量; $a_j$ ——基年*j*区交通吸收量; $T_i$ ——特征年*i*区发生交通量; $A_j$ ——特征年*j*区吸引交通量; $L_i$ ——*i*区对于所有*j*区的位置系数;

$L_j$ —— $j$  区对于所有  $i$  区的位置系数。

#### 1.4 危险物品运输污染风险概率估算方法

预测公路建成营运后,公路危险物品运输环境污染风险的概率即为危险物品运输车辆发生交通事故的概率<sup>[15-18]</sup>,公路运输过程中的污染事故概率按经验公式计算,公式如下:

$$P=Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times Q_4 \times Q_5 \times Q_6 \quad (4)$$

式中: $P$ ——拟建公路全段或某特定路段上预测年危险品运输车辆交通事故概率(次/a); $Q_1$ ——同类地区公路车辆交通事故平均发生率〔次/(百万辆·km)〕; $Q_2$ ——考核路段长度(km); $Q_3$ ——预测年拟建公路全路段年均交通量(百万辆/a); $Q_4$ ——选择路段上某一基年车辆中货车占交通量的比例(%); $Q_5$ ——选择路段上某一基年车辆中危险物品车辆占货车比例(%); $Q_6$ ——车辆相撞翻车等重大事故占一般事故的比率(%)。

## 2 结果与分析

### 2.1 水环境敏感路段识别结果

根据青藏高原公路沿线河流水质类别、自然保护区及湿地分布情况,依据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)水质标准和《公路排水设计规范》(JTG/T D033-2012)中水环境敏感路段定义,根据青藏高原公路沿线保护区、湿地及河流的分布、线路及

空间插值分析,并以青藏高原公路两侧各 5 km 为生态缓冲区,利用 GIS 栅格分析技术,得到了青藏高原公路沿线水环境敏感路段分布结果<sup>[19-21]</sup>。青藏高原公路沿线水环境敏感路段共计 477.48 km,占路线全长的 42.77%,其中公路沿线分布有色林错黑颈鹤自然保护区、格拉丹东保护区、可可西里国家级自然保护区、三江源国家级自然保护区阿热湿地、古露湿地、杭错湿地以及拉萨河和沱沱河等众多河流,各级敏感路段的敏感对象及其所占比例(见表 1)。

表 1 青藏高原公路沿线水环境敏感路段分级情况

敏感级别	敏感对象	敏感路段长度/km	比例/%
强敏感	自然保护区、湿地、河流	89.52	8.02
中敏感	自然保护区、河流	221.49	19.84
弱敏感	自然保护区、河流	166.47	14.91

### 2.2 预测参数的确定

根据青藏高原公路项目可行性研究报告所提供的数据库,青藏高原公路运营后事故发生概率取 0.2 次/ $10^6$  车·km,即  $Q_1=0.2$  次/( $10^6$  辆·km)。

根据福莱特(Frater)法预测未来特征年的出行交通量,得到青藏高原公路 2020 年、2030 年及 2040 年各路段区间交通预测值,预测路段(桩号)里程及其区间交通预测值(见表 2)。

表 2 各路段长度交通量预测结果

序号	预测路段(桩号)	$Q_2$ /km	$Q_3/(10^6 \text{ 辆} \cdot \text{a}^{-1})$			序号	预测路段(桩号)	$Q_2$ /km	$Q_3/(10^6 \text{ 辆} \cdot \text{a}^{-1})$		
			2020 年	2030 年	2040 年				2020 年	2030 年	2040 年
1	格尔木南至纳赤台互通(K2751+000—K2822+300)	71.3	1.59	3.11	4.66	12	那曲北互通至那曲南互通(K3524+480—K3547+135)	22.66	1.94	3.55	5.18
2	纳赤台互通至西大滩互通(K2822+300—K2855+365)	33.07	1.58	3.08	4.62	13	那曲南互通至香茂互通(K3547+135—K3604+374)	57.24	2.10	3.77	5.54
3	西大滩互通至不冻泉互通(K2855+365—K2916+520)	61.15	1.60	3.12	4.68	14	香茂互通至古露互通(K3604+374—K3629+755)	25.38	2.10	3.78	5.54
4	不冻泉互通至五道梁互通(K2916+520—K3002+850)	86.33	1.62	3.16	4.75	15	古露互通至乌玛塘互通(K3629+755—K3668+030)	38.28	2.09	3.77	5.53
5**	五道梁互通至唐古拉山互通(K3002+850—K3143+700)	140.85	1.66	3.25	4.87	16	乌玛塘互通至当雄互通(K3668+030—K3700+900)	32.87	2.14	3.86	5.65
6***	唐古拉山互通至雁石坪互通(K3143+700—K3233+220)	89.52	1.75	3.39	5.07	17*	当雄互通至宁中互通(K3700+900—K3725+615)	24.72	2.87	5.10	7.29
7	雁石坪互通至温泉兵站互通(K3233+220—K3289+500)	56.28	1.84	3.54	5.28	18*	宁中互通至羊八井互通(K3725+615—K3782+300)	56.69	2.79	4.96	7.09
8**	温泉兵站互通至安青互通(K3289+500—K3360+136)	71	1.84	3.56	5.31	19*	羊八井互通至德庆互通(K3782+300—K3809+215)	26.85	2.73	4.86	6.95
9	安青互通至安多互通(K3360+136—K3423+513)	63.38	1.89	3.64	5.43	20*	德庆互通至古荣互通(K3809+215—K3835+035)	25.82	2.88	5.12	7.33
10	安多互通至扎仁互通(K3423+513—K3463+536)	40.02	2.03	3.87	5.77	21*	古荣互通至拉萨西互通(K3835+035—K3853+880)	18.85	2.77	4.93	7.04
11	扎仁互通至那曲北互通(K3463+536—K3524+480)	60.94	2.11	4.01	5.97	22*	拉萨西互通至拉萨南枢纽(K3853+880—K3867+370)	13.49	2.70	4.78	6.83

注: \*—弱敏感路段、\*\*—中敏感路段、\*\*\*—强敏感路段;  $Q_2$  为考核路段长度;  $Q_3$  为预测年拟建公路全段年均交通量。

根据青藏高速公路项目可行性研究报告所提供的数据,货车占总交通量的比重取 54%,即  $Q_4 = 0.54$ 。根据青藏高速公路项目可行性研究报告所提供的数据,运输危险物品车辆占货车的比重取 10%,即  $Q_5 = 0.1$ 。根据项目所在地区 G214 共和至玉树(结古)公路所统计的数据,运营后的高速公路交通事故的比例有降低的趋势。根据其他地区的类比资料,该路段车辆相撞翻车等重大事故占一般事故的比率取 25%,即  $Q_6 = 0.25$ 。

### 2.3 预测结果

利用事故概率估算法计算青藏高速公路危险物品运输事故环境污染风险,预算结果见表 3。对青藏高速公路各级水环境敏感路段危险物品运输事故环境污染风险进行统计,各级水环境敏感路段危险物品运输事故概率结果(见表 4)。根据 G6 北京至拉萨国家高

速公路格尔木至拉萨段新建工程可行性研究报告的路线平纵面图中青藏高速公路的设计高程,结合不同路段在不同预测年危险物品运输事故发生概率,得到危险物品运输事故随海拔变化规律(见图 1)。

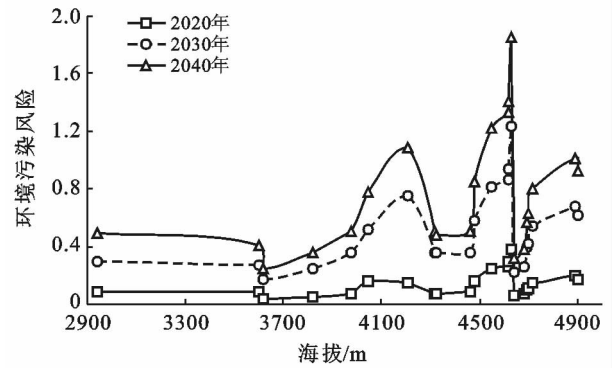


图 1 事故风险随海拔变化规律

表 3 全路段危险物品运输事故发生概率

序号	预测路段 (桩号)	海拔/m	$P/(\text{次} \cdot \text{a}^{-1})$			序号	预测路段 (桩号)	海拔/m	$P/(\text{次} \cdot \text{a}^{-1})$		
			2020 年	2030 年	2040 年				2020 年	2030 年	2040 年
1	格尔木南至纳赤台互通 (K2751+000—K2822+300)	2 943.3	0.092 5	0.298 7	0.497 1	12	那曲北互通至那曲南互通 (K3524+480—K3547+135)	4 642.7	0.061 2	0.217 2	0.316 9
2	纳赤台互通至西大滩互通 (K2822+300—K2855+365)	3 598.5	0.089 3	0.275 0	0.412 5	13	那曲南互通至香茂互通 (K3547+135—K3604+374)	4 479.4	0.154 5	0.582 6	0.856 2
3	西大滩互通至不冻泉互通 (K2855+365—K2916+520)	4 047.9	0.165 1	0.515 1	0.772 7	14	香茂互通至古露互通 (K3604+374—K3629+755)	4 680.9	0.068 5	0.259 0	0.379 6
4	不冻泉互通至五道梁互通 (K2916+520—K3002+850)	4 620.0	0.293 1	0.936 6	1.410 7	15	古露互通至乌玛塘互通 (K3629+755—K3668+030)	4 693.2	0.103 4	0.389 6	0.571 6
5**	五道梁互通至唐古拉山互通 (K3002+850—K3143+700)	4 627.9	0.380 2	1.236 0	1.852 0	16	乌玛塘互通至当雄互通 (K3668+030—K3700+900)	4 464.0	0.088 7	0.342 6	0.501 4
6***	唐古拉山互通至雁石坪互通 (K3143+700—K3233+220)	4 550.0	0.241 7	0.819 4	1.225 4	17*	当雄互通至宁中互通 (K3700+900—K3725+615)	4 324.7	0.066 7	0.340 4	0.486 6
7	雁石坪互通至温泉兵站互通 (K3233+220—K3289+500)	4 715.0	0.152 0	0.537 9	0.802 3	18*	宁中互通至羊八井互通 (K3725+615—K3782+300)	4 207.7	0.153 1	0.759 2	1.085 3
8**	温泉兵站互通至安青互通 (K3289+500—K3360+136)	4 890.0	0.191 7	0.682 4	1.017 9	19*	羊八井互通至德庆互通 (K3782+300—K3809+215)	4 320.0	0.072 4	0.352 3	0.503 8
9	安青互通至安多互通 (K3360+136—K3423+513)	4 903.0	0.171 1	0.622 9	0.929 2	20*	德庆互通至古荣互通 (K3809+215—K3835+035)	3 973.6	0.069 7	0.356 9	0.511 0
10	安多互通至扎仁互通 (K3423+513—K3463+536)	4 701.1	0.108 1	0.418 2	0.623 5	21*	古荣互通至拉萨西互通 (K3835+035—K3853+880)	3 818.2	0.050 9	0.250 9	0.358 3
11	扎仁互通至那曲北互通 (K3463+536—K3524+480)	4 619.0	0.264 5	0.859 7	1.332	22*	拉萨西互通至拉萨南枢纽 (K3853+880—K3867+370)	3 618.5	0.036 4	0.174 1	0.248 7

注: \*—弱敏感路段、\*\*—中敏感路段、\*\*\*—强敏感路段;  $P$  为拟建公路路段上预测年危险品运输车辆交通事故概率。

表 4 敏感区危险物品运输事故发生平均概率

项目	2020 年	2030 年	2040 年
一般路段	0.301 9	0.564 8	0.831 0
弱敏感路段	0.162 5	0.272 8	0.378 3
中敏感路段	0.419 9	0.795 7	1.176 0
强敏感路段	0.363 2	0.688 1	1.017 4

## 3 讨论与措施

### 3.1 危险物品运输风险结果分析

由不同水环境敏感路段危险物品运输事故发生概率的均值可知,当青藏高速公路通车运营后,随着交通量的增加,事故发生的概率也随之变大,即青藏

高速公路在运营中、远期危险物品运输事故环境污染风险高于近期,不同预测年危险物品运输事故在不同路段发生环境污染风险排序为:中敏感区路段>强敏感区路段>一般路段>弱敏感区路段。

青藏高速公路不冻泉互通至雁石坪互通(K2916+520—K3233+220)路段平均海拔为 4 600 m 和宁中互通至羊八井互通(K3725+615—K3782+300)平均海拔 4 200 m,危险物品运输事故环境污染概率最高,危险物品运输事故发生概率迅速增大。根据青藏高速公路沿线海拔变化可知:不冻泉互通是进藏海拔高于 4 000 m 的第一个路段,当车辆进入高寒高海拔地区后司乘人员和车辆性能受高海拔缺氧的影响以及天气变化导致路况多变而增加了车辆事故发生率,且五道梁互通至唐古拉山互通段事故发生率达到最高,随着司乘人员对高原气候的适应,车辆事故发生概率不再随海拔的增加而无限增大。

在预期年内水环境敏感路段发生交通事故的概率在 0.036 4~1.852 0 次/a,虽然其数值较小,但该地区仍存在因交通事故引发的危险物品泄漏、爆炸、火灾等一系列污染环境事件发生,而这种污染事件一旦发生就有可能造成极为严重的环境污染事故,对青藏高原地区的大气、水体、土壤等生态环境构成巨大的威胁。由于青藏高原恶劣的气候环境使得该地区生态环境十分脆弱,一旦遭到破坏就很难恢复至原貌,因此为防止危险物品运输事故环境污染风险,必须采取有效的预防和应急措施。

### 3.2 污染防治措施

#### 3.2.1 工程建设措施

(1) 在道路规划与设计阶段应保证线路绕避水源体,当无法绕避时应将路线布设于水体下游,并采取绿化带等隔离防护措施,降低水体受污染的威胁。

(2) 在自然保护区和湿地敏感路段设置警示标志牌以及隔离设施,对跨越湿地保护区或河流的桥梁和邻近水源地的路面设置桥(路)面径流收集处理处置设施。对于未采用以桥代路方式通过湿地保护区的路段,道路两侧应设置重力式挡土墙或加筋挡墙,防止交通事故对湿地保护区造成的环境污染。

(3) 针对沿线水环境敏感路段设置环境污染风险应急回收系统,在桥梁两端或紧邻水源地的路面设置收集运输危险物品车辆事故泄漏的危险废物应急蓄存池,防治危险物品泄露废液流入路域水环境。

#### 3.2.2 水环境敏感路段防护措施

(1) 在水环境弱敏感路段,危险物品运输事故造成的环境污染可以通过挖除污染物、设置隔离栅栏等方法进行应急处理处置。

(2) 在水环境中等敏感路段,公路的边沟、排水沟等集水沟在不影响正常排水的前提下进行植草,发生危险物品事故泄漏废液经排水沟中植物吸附与净化后进入到处理池,减小危险物品对环境污染程度。

(3) 在水环境强敏感路段,公路两侧必须设置安全设施,防止运输危险物品车辆发生撞击、侧翻等事故使其驶出路面,减少危险物品直接在路域环境泄露污染的概率。

3.2.3 运输管理措施 从事公路危险物品运输的企业应制定完善的企业章程和安全运输管理制度,加强对危险物品运输车辆的驾驶员、押运员、装卸货人员、车辆检修维护等人员的安全教育和技能培训,提高从业人员的业务素质、紧急处理以及自救应急能力。

### 3.3 应急措施

3.3.1 制定环境污染 应急方案根据公路沿线危险物品运输环境污染风险概率预算的结果,针对青藏高速公路沿线河流、湿地、饮用水源保护地、纳木错一念青唐古拉山风景名胜区等区域的路段,制定青藏高速公路水环境危险物品运输事故环境污染应急方案。

3.3.2 提高应急能力 危险物品具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧及助燃等性质,因此在发生危险物品运输事故泄漏后,针对事故对人体、动植物、土壤、水体、大气等造成的实际危害和潜在危害,应迅速采取封闭、隔离、洗消等措施,在现场处置过程中产生的泄漏物(固态或液态)或事故水需进行应急收集并有专业部门进行处理处置。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

(1) 青藏高速公路水环境敏感路段共计 477.48 km,占路线全长的 42.77%,其中强敏感区路段长 89.52 km,中敏感区路段长 221.49 km,弱敏感区路段长 166.47 km。

(2) 青藏高速公路在预测年内危险物品运输车辆的交通事故概率较小,其平均发生概率为 0.162 5~1.176 0 次/a,危险物品运输事故环境污染风险在不同敏感路段发生概率大小为:中敏感区路段>强敏感区路段>一般路段>弱敏感区路段。

### 4.2 建议

青藏高速公路各预测年危险物品运输车辆交通事故发生的概率低,但由于交通事故的突发性和不可预见性以及青藏高原地区难以开展及时救援和生态恢复困难的特点,一旦发生危险物品运输车辆交通事故将会对该地区生态环境造成不可估量的破坏,为青藏高原地区危险物品交通运输增加了特殊性。因此,

青藏高速公路管理部门应做好应急措施与预案,通过对危险物品运输车辆的管理与监控,加强青藏高速公路沿线天气、路况、交通量等预报系统的建设,定期检查高速公路路面及其安全防护设施,及时进行养护与路面保洁等工作,减小危险物品运输事故发生的概率。推广高速公路危险化学品运输事故应急蓄纳设施与桥面雨水径流处理设施一体化设计方案,减小危险化学品或消防废液进入水环境的几率,降低危险物品运输事故造成的环境污染风险。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 李洁,邵社刚,强蓉蓉. 水环境敏感路段危险化学品运输事故污染应急收集技术分析[J]. 公路交通科技:应用技术版,2010(10):480-482.
- [2] 国家环境保护部. 中国环境状况公报[P]. 北京:中国环境科学出版社,2017.
- [3] 沈雯敏,雷兢. 危险化学品在运输过程中的危险分析及控制[J]. 工业安全与环保,2005,31(11):33-35.
- [4] 张洋,武建强,韩进,等. 移动油罐车泄漏事故的应急措施与环境无害化处理[J]. 广州化工,2016,44(6):224-228.
- [5] 温可. 高速公路危险物品运输污染风险浅析[J]. 交通环保,2003,24(S1):182-184.
- [6] 吴宗之,孙猛. 200起危险化学品公路运输事故的统计分析及对策研究[J]. 中国安全生产科学技术,2006,2(2):3-8.
- [7] 徐建平,邵社刚,余文生,等. 高速公路危险化学品运输事故应急蓄纳设施与桥面雨水径流处理设施一体化设计[J]. 公路交通科技,2014,31(12):139-144.
- [8] 胡馨升,多英全,张圣柱,等. 2011—2015年全国危险化学品事故分析[J]. 中国安全生产科学技术,2018,14(2):180-185.
- [9] Saccomanno F F, Chan A. Economic evaluation of routing

strategies for hazardous road shipments [J]. Transportation Research Record, 1985, 10(20):12-18.

- [10] 吴昊. 高寒高海拔地区公路交通事故分析与预防对策研究:以青藏公路为例[D]. 西安,长安大学:2017
- [11] 王云,陈学平. “生命禁区”的绿色走廊:谈青藏高速公路格尔木至拉萨段环境保护工作—谈青藏高速公路格尔木至拉萨段环境保护工作[J]. 中国公路,2017(8):59-61.
- [12] 胡林,王琦,单永体,等. 青藏高原地区典型公路流域水环境特征[J]. 水土保持通报,2017,37(1):286-291.
- [13] 中华人民共和国交通运输部 TTG/T D33-2012 公路排水设计规范[S]. 北京:中华人民共和国交通运输部,2013.
- [14] 张秋美,刘保健,谢永利,等. 多种方法下的高速公路交通量预测分析研究[J],公路交通科技:应用技术版,2016(6):289-292.
- [15] 王雅茹,边成友. 申嘉湖高速公路交通量预测[J]. 北方交通,2008(6):195-197.
- [16] 夏秋,钱瑜,刘萌斐. 基于环境风险评价的危险物品道路运输优化选线:以张家港市为例[J]. 中国环境科学,2014,34(1):266-272.
- [17] 刘海霞,徐明,唐璐. 高速公路危险物品运输环境风险评价及防护应急对策[J]. 安全与环境工程. 2006,13(2):87-90.
- [18] 杨秀妍. 高速公路危险物品运输环境风险评价及应急对策[J]. 山东交通科技,2009(2):8-10.
- [19] 赵琨,王新军,谢志儒,等. 公路水环境敏感路段危险化学品运输事故污染应急措施探讨[J]. 交通世界,2017(1):215-217.
- [20] 林涛,徐盼盼,钱会,等. 黄河宁夏段水质评价及其污染源分析[J]. 环境化学,2017,36(6):1388-1396.
- [21] 谭生光,陶双成,邹国平,等. 基于敏感水体环境风险防范的桥面径流收集处理系统应用研究[J]. 公路,2015(4):247-251.

(上接第269页)

- [25] Rogan J, Ziemer M, Martin D, et al. The impact of tree cover loss on land surface temperature: A case study of central Massachusetts using Landsat Thematic Mapper thermal data[J]. Applied Geography, 2013, 45:49-57.
- [26] 樊亚鹏,徐涵秋,李乐,等. 广州市城市扩展及其城市热岛效应分析[J]. 遥感信息,2014,29(1):23-29.
- [27] 袁爽,况润元,廖启卿. 湿地植被遥感提取及动态变化研究:以崇明东滩为例[J]. 江西理工大学学报,2018,39(1):44-51.

- [28] 彭保发,石忆邵,王贺封,等. 城市热岛效应的影响机理及其作用规律:以上海市为例[J]. 地理学报,2013,68(11):1461-1471.
- [29] Xiao Honglin, Qiao Haoweng. The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China [J]. Journal of environmental management, 2007,85(1):245-257.
- [30] 黄会平,曹明明,宋进喜,等. 1957—2012年中国参考物蒸散量时空变化及其影响因子分析[J]. 自然资源学报,2015,30(2):315-326.