

# 临沂市玉平沂河特大桥及接线工程 地质灾害危险性评估分析

王翔, 密士文, 王高利

(临沂市国土资源局地质环境监测站, 山东 临沂 276000)

**摘要:**通过对临沂市玉平沂河特大桥及接线工程所处区域的地质环境条件分析,对地质灾害危险性进行了现状评估;在计算量化或定性分析的基础上,对该项目可能引发的地质灾害进行了评估和预测,为工程地质环境的可行性提供科学依据。

**关键词:**地质灾害;危险性评估;适宜性;临沂市

**中图分类号:** P694

**文献标识码:** B

随着临沂市经济的迅速崛起,自然灾害对临沂发展的制约越来越凸显出来<sup>[1]</sup>,临沂市玉平沂河特大桥及接线工程位于临沂市北部约 20 km,是京沪高速公路和长深高速公路东西方向的连接线,是临沂市交通规划的三环绕城路的主要组成部分,工程对改善临沂市的交通状况,优化区域路网结构发挥了重要的作用。

## 1 地质环境及地质构造条件

评估区地貌类型简单,分别为剥蚀准平原地貌和剥蚀-溶蚀平原<sup>①</sup>,剥蚀准平原地形起伏不大,地面高程 120 m 左右,地面坡度一般小于  $5 \times 10^{-3}$ ;主要出露中生代燕山晚期二长花岗斑岩、古元古代吕梁期条带状中细粒二长花岗岩和寒武纪灰岩,风化层厚度不大,约 0.5 m 左右。剥蚀-溶蚀平原呈扇状或条带状分布,地面标高 70 m 左右,坡降  $(1 \sim 5) \times 10^{-3}$ ;出露地层主要是第四系,厚度 1 ~ 2.5 m。

评估区岩土体工程地质条件较简单,评估区自西向东依次是较坚硬的薄层状页岩夹灰岩岩组,坚硬的块状-变质岩岩组,坚硬、较坚硬的中厚-厚层状碎屑岩岩组。断裂构造发育,穿过评估区的断裂有 4 条,其中较大的是沂沭断裂带中的郯部-葛沟断裂,较近的一条蒙山断裂。水文地质条件复杂,人类

活动较轻,地质环境条件复杂程度为复杂<sup>[2]</sup>。

## 2 地质灾害危险性现状评估

评估区部分地段出露或隐伏寒武纪灰岩,岩溶较发育,具备岩溶塌陷发育的地质环境条件,根据以往资料记载和现场调查,评估区内尚未发生岩溶塌陷,没有对受灾体造成破坏,因此岩溶塌陷地质灾害危险性现状评估为危险性小。

郯部-葛沟断裂从沂河西岸附近穿过评估区,具备产生构造地裂缝的地质环境条件,有岩溶塌陷发育的地质环境条件,会发生伴生地裂缝的条件。根据以往资料记载和现场调查,评估区内尚未发生地裂缝,没有对受灾体造成破坏,因此地裂缝地质灾害危险性现状评估为危险性小。

## 3 地质灾害危险性预测评估

### 3.1 工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测

拟建工程主要工作量为土石方工程,建设过程中需要开挖路基,边坡支护,碾压夯实路基等。由于隐伏灰岩区第四系厚度不大,根据建设方案,路基建设首要剥离表层土,然后清理第四纪粘土层,路基为人工粘土和石灰粉的二合土,实行分层铺填碾压;同时工程建设用水量不大,主要取自地表水系——沂

收稿日期:2014-05-05;修订日期:2014-07-07;编辑:曹丽丽

作者简介:王翔(1977—),男,山东蒙阴人,工程师,主要从事水工环地质及地质灾害防治技术工作;E-mail:286204608@qq.com。

①临沂市人民政府临沂市地质灾害防治规划(2005—2020年),2005年。

河,不会影响到地下水的水动力条件;因此,工程建设不会诱发和加剧岩溶塌陷地质灾害。构造地裂缝与构造活动有关,工程建设也不会引发或加剧断裂构造的活动性,因此,工程建设也不会引发或加剧构造地裂缝的发生。

### 3.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测

#### 3.2.1 岩溶塌陷及伴生地裂缝

在各种类型的塌陷中,人为因素(如抽、排岩溶

水)诱发的塌陷机率和规模最大,且突发性强;而自然条件下,塌陷的发生规模通常较小、发展速度缓慢。岩溶塌陷必备以下两个特定条件:物质基础条件、水动力条件,其塌陷过程大致分为4个阶段:土洞未形成前、土洞初步形成、土洞向上发展、地表塌陷(图1)。

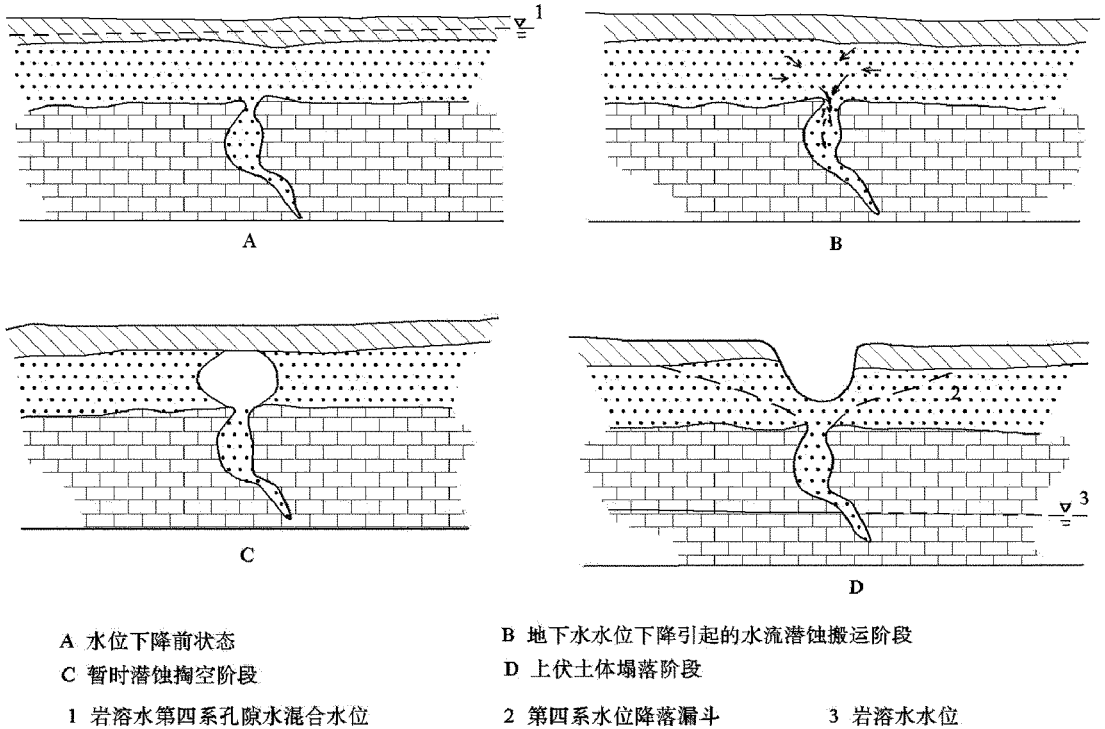


图1 岩溶塌陷形成过程示意图

其生成模式如下:

$$\frac{Q_4 \text{ 松散层}}{\text{岩溶发育}} + \text{水动力作用} \begin{cases} \text{渗透潜蚀} \\ \text{真空吸蚀} \xrightarrow{\text{土洞}} \text{地面塌陷} \\ \text{其他} \end{cases}$$

#### (1) 岩溶塌陷预测评估模型的建立

①评价方法。岩溶塌陷是人为活动与地质环境相互作用的必然结果。人为活动主要包括对岩溶水的开发利用程度、方式、开采强度及地下水位变化,是可变因素,而且只是岩溶塌陷形成的激发条件。地质环境背景主要包括隐伏灰岩区地层结构、水文地质条件、岩溶发育程度等,为相对不变因素,同时又是制约岩溶塌陷形成的必备条件。因此,为客观评价第四系松散盖层稳定性及其塌陷易发程度,该

次重点以地质环境条件中的相对不变因素为基础进行预测。预测模式为:

$$R = \sum_{i=1}^n M_i$$

式中: $R$ —综合指数(无量纲); $M_i$ —第*i*项约束因子的约束条件指标。

岩溶塌陷预测指数采用百分制打分法,根据各要素对塌陷形成的制约程度分别赋予不同的标度分值和约束条件指标。

②评价因子选择。根据以地质环境条件为基础的评价原则,结合评估区实际情况,选择第四系松散盖层厚度、灰岩顶界面第四系岩性、岩溶发育程度、孔隙水与岩溶水水力联系程度(取决于岩溶充填情

况)等 4 项基本要素作为主要评价因子。

其中,对岩溶发育程度的界定,根据各富水地段水文地质勘察资料及野外调查,按表 1 所述特征将其划分为强、中、弱(或不发育)3 级。

表 1 灰岩岩溶发育程度分级

岩溶发育程度	地表岩溶发育密度 (个/km <sup>2</sup> )	钻孔岩溶率/%	钻孔遇洞率/%	单位涌水量 L/m·s	泉流量 L/S
强	>6	>10	>60	>1	>100
中	1~6	3~10	30~60	0.1~1	10~100
弱	<1	<3	<30	<0.1	<10

由于孔隙水与岩溶水之间的水力联系程度主要取决于灰岩顶界面岩溶充填程度及充填物结构、性状等,因此,为便于量化评价指标,按岩溶内部粘土充填程度的 80%,50%~80%,<50% 将水力联系依次划分为弱、中等、强三级,然后赋予相应条件指标。

另外,考虑到灰岩顶界面粘土性状对土层破坏的影响程度存在较大差异,该次将其按流塑—软塑、软可塑—硬可塑、硬塑—坚硬进行 3 级划分后,再赋予相应的条件指标。各评价因子标度分值见表 2。

表 2 岩溶塌陷预测评价因子取值

约束因子	单因子标度分值	单因子约束条件	约束条件指标(M <sub>i</sub> )					
			小于 1m		大于 1m			
第四系厚度	20	>30m	10					
		10~30m	20					
		<10m	10					
灰岩顶界面第四系岩性	20	砂性土	20					
		粉质粘土	10					
		粘土	5	其中	小于 1m		5	
					流塑—软塑		5	
					软可塑—硬可塑		-2	
硬塑—坚硬					-5			
灰岩顶界面岩溶发育程度	30	强	30					
		中等	20					
		弱至不发育	1					
灰岩岩溶水位在灰岩中或第四系中变幅	30	不大	5					
		较大	20					
		灰岩与第四系界面波动	30					

(2)岩溶塌陷易发程度划分

根据综合指数(R),将岩溶塌陷易发程度划分为 3 级。R≥85 为高易发区,危险性大;75≤R<85

为中易发区,危险性中等;R<75 为低易发区,危险性小。

①高易发区。指隐伏灰岩顶界面岩溶发育程度较强—强烈,岩溶水与第四系松散岩类孔隙水水力联系密切,历史上已重复发生多次塌陷坑、群的区域。或历史上岩溶水位多在灰岩顶界面以上,但在大强度采、排地下水的情况下容易发生大量或较多塌陷的区域。

②中易发区。指隐伏灰岩顶界面岩溶发育程度较强—强烈,但溶孔、溶洞等大部被硬塑—坚硬粘土充填,致使岩溶水与第四系松散岩类孔隙水水力联系中等,目前仅局部地段发生零星塌陷坑的区域。或历史上岩溶水位多在灰岩顶界面以上,在大强度采、排地下水的情况下,部分地段较易发生零星塌陷的区域。

③低易发区。指隐伏灰岩顶界面岩溶发育程度弱,或虽然较强—强烈,但因第四系松散盖层底部为硬塑—坚硬粘土,分布连续、厚度大,岩溶大多被硬塑粘土充填,裂隙水与岩溶水无明显水力联系,仅在特殊条件下可能产生局部塌陷的地段。

(3)预测评估结论

将评估区按千米数分段,评估区 K00—K06 + 120(自西向东从起点到 6 120 m,以下类推)段变质岩出露,K10 + 650—K13 + 650 段第四系下伏白垩系砾岩,K06 + 120—K10 + 650 段有寒武纪灰岩,存在岩溶地质发育条件。根据上述评价模型对大理岩发育地段进行了量化,各区段为危险性小。各区段的岩溶发育概况、综合指数分值及评价结论见表 3。

表 3 岩溶塌陷评价结论<sup>[3]</sup>

区段	岩溶地质发育概况	R	预测评估结论
K06 + 120 - K08 + 170 段 K08 + 290 - K08 + 360 段 K09 + 210 - K09 + 800 段	灰岩裸露或较薄风化覆盖层,岩性为泥晶灰岩、微晶灰岩、鲕状灰岩和黄绿色页岩为主,夹薄层状粉砂、生物碎屑灰岩,厚度大,岩溶弱发育,岩溶水位在大于 30m	10 + 5 + 1 + 20 = 36	危险性小
K08 + 170 - K08 + 290 段 K08 + 450 - K09 + 210 段 K09 + 800 - K10 + 650 段	覆盖层一般小于 2m,为粘土、粘质粉土、粉质粘土,含砂砾,裂隙、岩溶发育弱—中等,裂隙较发育,裂隙溶洞多被粘土充填,补给条件较差,岩溶水位埋深 7~10m	10 + 10 + 20 + 20 = 60	危险性小

由于岩溶塌陷的危险性预测评估为危险性小,故伴生地裂缝的预测评估为危险性小。

### 3.2.2 构造地裂缝

#### (1) 构造地裂缝危害机理

评估区内及其附近断裂构造发育,断裂活动明显,可能引发地裂缝(主要是构造地裂缝)地质灾害。其成灾原理是,断裂活动通过应力集中、传递、释放等活动方式,对土体、地下工程和地表建筑施加以拉张力和剪切应力,从而导致建筑物变形和破坏而成灾。也就是说地裂缝成灾力源自地裂缝下部断层作蠕滑运动的构造应力,它以张应力和剪应力作用于土体,使地表土体结构发生破坏。当应力传递到建筑物地基、地下构筑物、地下管线工程周围介质(土体)内,在张应力和剪应力建筑物载荷联合作用下使地下构筑物、基础和土体一起发生变形而成灾。

#### (2) 预测评估

该次预测评估结合现状评估,根据评估区及周边10 km内主要断裂活动性质及活动年代,采用定性分析为主的方法。

大量研究资料表明构造地裂缝的活动规律及走向基本上与其附近的主要活动断裂的活动规律和走向一致,其活动速率小于0.1 mm/a,基本上处于平静期,可定为危险性小;活动速率在大区域上平均值为0.1~1.0 mm/a,局部不超过10 mm/a的,处于弱活动期,可定为危险性中等;活动速率超过10 mm/a的为强活动期,可定为危险性大。

评估区及周边10 km内主要断裂及活动性:沂水-汤头断裂位于管线东端东侧约3 km,是晚更新世活动断裂,活动性质为逆右旋;郯鄯-葛沟断裂在柳杭头北和管线相交,在第四纪早期有过活动,其活动性质为右旋正断。根据以往资料记载和该次野外调查,评估区内没有发现地裂缝发生。由此判断评估区内构造地裂缝处于相对平静期,地裂缝地质灾害危险性预测评估为危险性中等。

根据现场调查及收集到的资料,经计算量化或定性分析确定工程建设引发或加剧岩溶塌陷、地裂缝地质灾害的危险性预测评估为小;工程建设遭受岩溶塌陷及伴生地裂缝地质灾害危险性预测评估为小,工程建设遭受构造地裂缝地质灾害危险性预测评估为中等。

## 4 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

### 4.1 地质灾害危险性综合分区评估

该次地质灾害危险性评估的受灾对象主要为道路和桥梁,根据地质灾害危险性综合评估原则,参照地质灾害危险性现状评估和综合评估结论,结合评估区地质环境条件,经综合分析,评估区地质灾害危险性综合分区评估 K10+520—K13+650 段为危险性中等,其他区段危险性小(表4)。

表4 地质灾害危险性综合分区评估结论

区段	工程地质条件	灾种	现状评估	预测评估	综合分区评估	防治建议
K06+120—K08+360段 K08+450—K10+520段	良好	岩溶塌陷及伴生地裂缝 构造地裂缝	小	小	小	进行工程地质勘察查明岩溶及地裂缝发育情况采取相应防治措施
K10+520—K10+650段	良好	岩溶塌陷及伴生地裂缝 中等构造地裂缝	小	小	中等	
K10+650—K13+650段	良好	构造地裂缝	小	中等	中等	
其余段	良好	构造地裂缝	小	小	小	

拟建工程 K10+520—K13+650 段大桥工程跨越断裂,由于该断裂是本地区大的活动性断裂,地基处理不好容易造成桥墩的损毁,防治难度较大,建设场地适应评价为适宜性差;其余地段遭受岩溶塌陷、构造地裂缝地质灾害危害的可能性小,引发或加剧岩溶塌陷、构造地裂缝地质灾害的可能性小,危险性小,工程防治措施简单,易于处理,建设场地适宜性评价为适宜。

### 4.2 防治措施

地质灾害防治必须坚持以预防为主、避让与治理相结合<sup>[4]</sup>。同时全面规划、突出重点的原则,各种防治技术相结合,已达到减灾的目的<sup>[5]</sup>。

(1) 进行工程地质勘察,查明岩溶及地裂缝发育情况,采取相应防治措施。

(2) 加强灰岩隐伏区的监测,及时掌握地下岩溶水的动态变化,以便及时采取相应的防治措施,确保道路建成后的安全运行。

(3) 加强 K10+520—K13+650 段工程地质勘察,重点查明断裂的具体位置,采取避让或其他工程措施,保证大桥建成后的安全。

## 5 结语

(1) 临沂玉平沂河特大桥及接线工程,路线起点位于兰山区半程镇郝埠村西南京沪高速公路汪沟

连接线与205国道交会处,途经土门水库、建设村水库、小安子、大安子、郝沂宅子、玉平村、汤坊崖村等,终点位于206国道与长深高速公路临沂北连接线相交处,线路全长13.548 km。拟征占地面积718 509 m<sup>2</sup>,评估区沿线路两侧及两端外扩200 m,面积约5.92 km<sup>2</sup>。

(2) 拟建玉平沂河特大桥及接线工程属于重要建设项目,地质环境条件复杂程度为复杂,确定该次地质灾害危险性评估级别为一级。

(3) 评估确定的地质灾害灾种为岩溶塌陷及伴生地裂缝、构造地裂缝。

(4) 评估区岩溶塌陷及伴生地裂缝、构造地裂缝地质灾害现状评估都为危险性小。

(5) 拟建工程建设可能引发或加剧岩溶塌陷、构造地裂缝地质灾害的危险性小;工程可能遭受构造地裂缝 K10 + 520—K13 + 650 段预测评估为危险性中等、其余区段岩溶塌陷和地裂缝地质灾害的危

险性预测评估为危险性小。

(6) 地质灾害综合分区评估 K10 + 520—K13 + 650 段为危险性中等,其他区段为危险性小,场地建设适宜性 K10 + 520—K13 + 650 为适宜性差,其余段均为适宜。

## 参考文献:

- [1] 赵兴云,赵兴学,罗从彬,徐树建. 临沂市最要自然灾害类型及防灾减灾对策[J]. 临沂师范学院学报,2010,32(3):115-120.
- [2] DZ/T223-2009. 矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范[S].
- [3] DZ/T0060-1993. 岩溶地区工程地质调查规范(比例尺1:10万~1:20万)[S].
- [4] 苗培君. 滕州市综合防治地质灾害的实践与做法[J]. 山东国土资源,2010,26(1):47-49.
- [5] 戴昱,范汝海. 广西平乐县危旧房改造建设项目地质灾害危险性评估分析[J]. 山东国土资源,2013,29(6):34-36.

# Risk Assessment of Geological Disasters of Yuping Yihe River Bridge and the Connecting Engineering in Linyi City

WANG Xiang, MI Shiwen, WANG Gaoli

(Geological Environment Monitoring Station of Linyi Bureau of Land and Resources, Shandong Linyi 276000, China)

**Abstract:** In this paper, through analysis on regional geological environmental conditions of Yuping Yihe River Bridge and connecting engineering in Linyi city, present condition of geological hazards has been evaluated. Based on quantitative or qualitative calculation and analysis, geological disasters which will be caused by the project have been evaluated and predicated. It will provide scientific basis for the feasibility of the engineering geological environment.

**Key words:** Geological disasters; risk assessment; feasibility; Linyi city