

临沂高新区地质灾害风险普查评价

张磊 郭晓燕*

山东省地质矿产勘查开发局第七地质大队 山东 临沂 276006

摘要: 本文研究以临沂高新区地质灾害风险调查为基础研究, 基于“天-空-地”一体化技术集成, 系统解析区域孕灾地质条件、地质灾害发育时空规律及承灾体空间分布特征。进行地质灾害风险综合评价, 提出风险管控对策建议, 为区域国土空间规划与可持续发展提供科学依据。

关键词: 临沂高新区; 地质灾害风险普查; 地质灾害; 评价

1 引言

充分搜集研究区地形、地质、工程地质、地质灾害调查成果、遥感影像、降雨、地震、自然地理与社会经济等资料。综合性分析高新区的地质灾害的易发性及危险性等, 进行地质灾害风险区防治区划, 提出地质灾害对策及建议。

2 区域概况

2.1 自然地理

研究区内风向多为西北、东北偏北、东南和西南风, 年平均风速为3m/s左右。区内多年平均气温11.8~13.3℃, 北部山区略低, 最低极端气温一般在-14.5~-24.9℃之间, 极端最高气温37.5~40.5℃。

2.2 地层

研究区位于鲁中隆起的平邑凹陷与临沂凸起内。研究区内出露的与隐伏于第四纪之下的地层从老到新为寒武纪、奥陶纪、石炭-二叠纪、侏罗纪、白垩纪、第四纪。第四纪: 第四系山前组和第四系临沂组。研究区岩浆岩零星分布, 多在区内呈条带状出露, 其它地方被第四系覆盖, 且规模较小, 为小型的岩株、岩床状, 局部呈树枝状。主要为中生代燕山晚期沂南序列铜汉庄单元。岩性为闪长玢岩、闪长岩、安山岩、正长闪长玢岩等, 新鲜岩石为灰绿色, 经过风化呈灰黄色等颜色, 斑状结构, 块状构造。岩脉多沿断裂侵入到奥陶系灰岩及石炭二叠系的砂页岩中, 岩体与围岩接触处^[1]。

2.3 地质构造

研究区位于其大地构造部位属于华北地块(Ⅰ)、

鲁中隆起区(Ⅱ)、鲁中隆起(Ⅱa)的平邑凹陷(Ⅱa)与临沂凸起(Ⅱa)区。新太古代侵入岩(含胶东岩群包体)、古元古代变质地层和新元古代侵入岩构成了地台基底。中生代印支运动尤其是燕山运动以来, 区内构造运动加剧, 在基底构造的基础上, 又迭加了一系列脆性断裂构造, 从而奠定了临沂市高新区的构造格架。

2.4 工程地质特征

研究区内第四系土体发育厚度不均, 一般为二层或多层结构。

2.5 新构造活动与地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 临沂市地震动峰值加速度为0.10~0.25g, 对照地震烈度为Ⅵ~Ⅶ度, 地壳稳定性属基本稳定区^[2]。

3 地质灾害发育特征与分布规律

3.1 地质灾害的孕灾特点

岩溶塌陷发展的特点: 被第四纪山前组及临沂组所覆, 由第四纪山前组和临沂组的疏松堆积体组成, 其主要成分为含碎石的粘土质砂、含碎石的砂质粘土、粘土粉砂、细粉砂等, 其厚度0-12 m。其下部为北庵庄组、土峪组和五羊山组中的马家沟群。

研究区及周边上部疏松层主要由粘性土及沙砾所组成, 其厚度多达0-12 m, 下部为岩溶发育较好的奥灰岩层, 岩溶发育且连通性好的部位, 由于降雨的改变, 或地下水开采引起的水位剧烈波动, 使得上覆砂土被水冲刷而产生的孔洞, 在地下水的水力、机械振动以及人类活动等各种诱因的共同作用下, 在易发区, 由于地下水水位下降、降雨和机械震动等多种原因, 可能出现岩溶塌陷现象。

目前所发现的岩溶塌陷位于道沟村的东侧。据有关数据记载, 自一九八二年首次岩溶塌陷崩塌后。研究区及其邻近的临沂市区曾有较多的岩溶塌陷事件, 研究区以东周边(兖石铁路沿线的红埠寺、道沟、杜家三岗)

通讯作者: 郭晓燕(1982.08—),女,山东沂南县人,高级工程师,本科学历,从事地质勘查及水工环地质研究工作。

作者简介: 张磊(1982.07—),男,山东莱芜人,工程师,本科学历,从事地质勘查及水工环地质研究工作; Email:122361257@qq.com。

地区均有较大规模的岩溶塌陷崩塌。研究区内道沟村以东地区的岩溶塌陷主要集中于地下水位快速降低和强降雨后的时间段。研究区地区的崩塌分布与该地区的降水漏斗分布区域大致吻合。

现有情况下,岩溶易发区仍然非稳态,干早期降水的削减使得地下水水位下降,降雨和机械震动等共同影响,有诱发岩溶塌陷的风险。岩溶塌陷的成因有:降雨诱发的塌方、洪水诱发的塌方、地震诱发的塌方、抽汲岩溶地下水诱发的塌方、人为活动引起的震动或荷载诱发的塌方、地表水或污水渗透诱发的塌方等^[3]。

3.2 分布规律

(1)时空分配法则:

临沂高新区岩溶塌陷多发生于兖石铁路沿线,其中盛庄街道是该地区的一大特色。岩溶塌陷崩塌的主要特征有:

1) 岩溶塌陷地区,其上层为松散沙、粘质砂土、砂质粘土或粘土等,其上伏奥陶系灰岩十分发达,其上伏奥陶系灰岩溶蚀程度很高,地下水交替作用十分剧烈。一般来说,浅层的岩溶越发达,其富水程度也就越高,塌方的发生也就越多。

2) 岩溶塌陷主要发生在断层带上。沿着断层的岩溶塌陷发育,岩体破裂,地下水位上升和下降的幅度大,易于沿着该地区的岩溶坍塌。

3) 崩塌沿线路呈不规则状,且经常受到机械震动,这也是诱发岩溶塌陷崩塌的另一原因。通过对市区内各种类型的岩溶塌陷塌方进行调研,其中兖石铁路沿线已出现10起塌方事故。

(2)时序分配表

工农业快速发展期,岩溶塌陷多发生于20世纪80年代以来,尤其是在20世纪90年代以来发生塌陷频率增加。

4 地质灾害形成机理与成灾模式

4.1 岩溶塌陷形成的地质条件

岩溶塌陷发生的主要原因是岩溶的发育情况及上覆土层的性质及厚度。

(1)岩溶塌陷的发展

临沂市得岩溶塌陷区域下面有大量的岩溶孔洞及裂隙情况,发育有岩溶洞穴。

(2)岩溶塌陷的成因

质量传输和转化过程中,以岩溶塌陷势能转化为动能,是形成潜侵蚀和物质运移的动力学条件。如果没有水流,就不会出现岩溶塌陷崩塌。在已知的地质条件下,1980年代之前,临沂城市地区的岩溶塌陷水体一直保持着天然的形态,水位波动不大,没有出现坍塌现象;

80年代以后,临沂及周边地区已有400多口自建水井,每年可采水量约为100000m³/d,且采掘布置不够合理,采掘活动强烈,致使地下水位急剧下滑,容易诱发地表坍塌。

(3)岩溶塌陷形成机理

由于自然、人为因素(主要为大量抽取岩溶地下水)的作用,造成水位下降,水动力条件改变,第四系覆盖层土颗粒被水迁移,地层遭受破坏失去完整性,生成土洞,形成土拱并产生拱形松动,在重力作用下失去平衡,突发地面塌陷。

5 地质灾害风险评价

5.1 地质灾害易发性评价

(1)评价分区

研究区根据评估区内出露地层及覆盖层分布特征、水文地质条件、地质灾害发育程度和诱发因素等条件作为分区依据将本次地质灾害危险性评估分3个分区进行评估。

A分区:结构较松散,具备二元结构。承载力特征值:粘性土 $f_k = 120 \sim 180$ kPa,砂性土 $f_k = 140 \sim 200$ kPa。地下水位埋深2.0-11.0m,变幅在4-7m。裂隙充填程度中等,岩溶裂隙发育程度中等,地下水与地表水水力联系强烈。

B分区:地下存在小型溶洞、土洞;上覆的松散层为第四系临沂组粘土粉砂、细粉砂,厚度3-8m。结构较松散,土层具二元结构。分区地下水位埋深8-10m,变幅在4-7m。地质灾害诱发因素存在地下水位变化、地震、降水、开挖扰动、机械振动及加载等。该分区裂隙充填程度中等,岩溶裂隙发育程度中等,水力联系中等^[4]。

C分区:地表被第四系山前组含碎石粘土质砂、含碎石砂质粘土所覆盖,厚度0-2m。下伏的地层主要为奥陶纪马家沟群岩层,岩性以灰岩为主,局部夹少量云质灰岩和灰质白云岩。分区内地下水位61-64m之间。地下水位年度变幅在4-7m,地下水位波动对下伏地层与覆盖层的影响小。该地段下伏岩溶裂隙发育程度与中等,未发生过岩溶塌陷。该分区裂隙充填程度中等,岩溶裂隙发育程度弱,水力联系弱。

(2)评价方法

采用综合指数法,对分区隐伏灰岩岩溶塌陷进行预测,公式如下:

$$R = Z + Z1 + K + P + S$$

式中:R—综合指数(无量纲);

Z—第四系厚度评价因子取值;

Z1—地下水埋深评价因子取值;

K—裂隙充填程度评价因子取值;

P—岩溶裂隙发育程度；
S—第四系松散岩类与岩溶水水力联系。

表1 岩溶塌陷预测评价因子取值表

评价因子					
第四系厚度（m）	> 45	35-45	25-35	15-25	< 15
Z值	1	3	7	5	7
地下水埋深（m）	10-20	20-40	40-60	> 60	
Z1值	3	5	7	1	
裂隙充填程度	强烈	中等	弱-不发育		
K值	1	5	7		
岩溶裂隙发育程度	强烈	中等	弱		
P值	7	5	1		
水力联系	强烈	中等	弱		
S值	7	5	1		

(3)评价结果

研究区内划分了地质灾害中易发、低易发、非易发等3种级区，其中高新区地质灾害高易发区2个，中易发区1个及低易发区1个。

5.2 地质灾害危险性评价

(1)评估法

隐伏灰岩顶界面岩溶发育严重，岩溶水与第四系疏松岩孔隙间有很强水力连接，具有诱发岩溶塌陷的地质环境，并有可能出现或反复出现的岩溶塌陷坑和坍塌群，或者在大强度开采和排水作用下，可能诱发岩溶塌陷群的隐蔽灰岩区，是高风险地区。该地区具有较为适宜的喀斯特崩塌的地质环境，其顶部隐蔽层的喀斯特发育一般为中至强，至今无喀斯特坍塌事件，但其历史时期的岩溶水位大多位于其顶部，在高强度的开采和排水作用下，部分地区容易产生喀斯特坍塌的隐蔽灰岩区是中风险地区。隐蔽灰岩岩心顶部界面的喀斯特发育一般很微弱，或者虽有强烈或中度岩溶，但因孔隙水、含水层饱和性差，或顶部常有厚而连续的粘性土层，导致水-岩溶水的水力连通薄弱。

(2)评估成果

研究区将不易发区分为“高风险区”、“中风险区”和“低风险区”3个级区（“低风险区”），“高风险区”2处，“中风险区1处，低风险区1处”。

5.3 地震危险性的评估

人员脆弱程度、道路易损程度及结构易损程度为重点，参考相关标准中的“普通研究区域”，将其赋权给“普通研究区域”，并通过迭代得到该区域的综合脆弱性。

通过对各类承灾体的脆弱性进行迭代，得到整体的脆弱性评估图。

5.4 危险性评估

临沂高新区按照高风险区、中高风险区和低风险区（难发区由高风险区划定为低风险区）进行了分区，包括4个高风险区、4个中风险区和1个低风险区。

结论

此次地质灾害危险性普查工作历时两个多月，在对前期已有的地质灾害调查研究的基础上，结合现场调研，对灾情状况进行核查，并对原始研究结果进行全面梳理与分析，从而进行危险性评估。

初步查明了该区的微观地貌类型，工程地质岩群，植被覆盖，构造水系等与地质灾害之间的联系。初步摸清了该区的致灾机制和致灾方式，确定了致灾因子。

根据对临沂国家高新技术产业开发区的地形地貌、地质构造及人类工程活动等多类数据进行整合，综合分析了孕灾地质条件，基本查清了地质灾害类型、规模、危害及危险程度，更新了地质灾害调查数据，本次完成调查面积165.52km²。基本查清了调查区境内地质灾害发育特征及危害现状。为区域国土空间规划与可持续发展推动提供科学依据。

参考文献

[1]李达朗. 综合物探技术在城市地质调查中的应用[J]. 智能城市,2024,10(8):37-39.
[2]周亮宇,程龙,张佩佩,等.山东省莒南县地区水文地质条件及地下水水化学特征分析[J].区域治理,2019(5):2.
[3]刘洪华,王忠胜,耿林,等.城市地下空间地质安全多级变模糊变权综合评价法[J].安全与环境学报,2024,24(1):19-32.
[4]梁成,曹和才,张华婧,等.山东省蒙阴县蒙山北部麦饭石地球化学,溶出与吸附特征[J].地质与勘探,2023,59(3):608-616.