

长春市九台区东湖街道（规划区） 区域地质灾害危险性评估报告

吉林省煤田地质勘察设计研究院

二〇二一年九月

长春市九台区东湖街道（规划区） 区域地质灾害危险性评估报告

编 制 单 位：吉林省煤田地质勘察设计研究院

院 长：时志安

总 工 程 师：崔凤山

项 目 负 责：时志安

编 制 人 员：李国峰、许传福、王飞际、刘国明

资 质 证 书：地质灾害危险性评估甲级

证 书 编 号：222019110206

提 交 时 间：二〇二一年九月

目 录

前 言	3
一、任务由来	3
二、评估依据	3
三、主要任务和要求	4
第一章 评估工作概述	6
一、工程和规划概况与征地范围	6
二、以往工作程度	7
三、工作方法及完成工作量	8
四、评估范围与评估级别的确定	9
五、评估的地质灾害类型	11
第二章 地质环境条件	12
一、区域地质背景	12
二、气象、水文	12
三、地形地貌	12
四、地层岩性	14
五、地质构造	15
六、岩土类型及工程地质性质	16
七、水文地质条件	16
八、人类工程活动对地质环境的影响	19
第三章 地质灾害危险性现状评估	19
一、地质灾害类型特征	19
二、地质灾害危险性现状评估	20
三、现状评估结论	36
第四章 地质灾害危险性预测评估	38

一、工程建设可能引发或加剧地质灾害危险性预测评估	30
二、建设工程自身可能遭受已存在地质灾害危险性预测评估	31
三、预测评估结论	57
第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	58
一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定	58
二、地质灾害危险性综合分区评估	58
三、建设用地适宜性分区评估	59
四、防治措施	60
第六章 结论与建议	62
一、结论	62
二、建议	62

附图：

- 1、长春市九台区东湖街道（规划区）区域地质灾害分布与实际材料图（1：20000）；
- 2、长春市九台区东湖街道（规划区）区域地质灾害危险性综合分区评估图（1：20000）；
- 3、长春市九台区东湖街道（规划区）区域地貌地质图（1：20000）。

附表：

- 1、规划区范围拐点坐标表；
- 2、评估区范围拐点坐标表。

附件：

- 1、地质灾害危险性评估资质证书；
- 2、专家评审意见。

前 言

一、任务由来

九台区东湖街道地处九台区西南部，东与波泥河街道接壤，北与龙嘉街道接壤，西、南侧与长春市二道区相连，九台区人民政府拟对东湖街道的放牛村、甘家村和黑林村按照集聚提升村庄进行开发建设，本区域在《九台区地质灾害防治“十三五”规划》中，小部分处于地质灾害高易发区内，大部分处于地质灾害不易发区内。

九台区在今后的发展中，坚持工业化与城市化同步推进、融合发展的理念，抢抓长吉图开发开放先导区和长吉一体化战略机遇，大力实施工业驱动、商居带动发展战略。依托国家振兴东北老工业基地的方针政策，结合区域整体发展趋势和可持续发展的后续空间，将进一步加快开发建设步伐。

为了更好地方便和简化建设项目办理用地环节的审批手续，做好深化“放管服”改革工作，依据《吉林省自然资源厅关于开展地质灾害危险性评估区域评估的通知》（吉自然资办发〔2019〕367号）的工作要求，以及国务院《地质灾害防治条例》和国土资源部国土资发〔2004〕69号文的政策规定，九台区自然资源局拟对东湖街道的放牛村、甘家村和黑林村开展地质灾害危险性评估工作，形成区域整体评估结果。

为此，长春市九台区自然资源局于2021年8月5日委托吉林省煤田地质勘察设计院开展东湖街道的放牛村、甘家村和黑林村面积约33.77km²区域的地质灾害危险性评估工作。

二、评估依据

（一）法规文件

- 1、《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院令 394 号 2004 年 3 月）；
- 2、《建设项目用地预审管理办法》（中华人民共和国国土资源部令 第 68 号 2016 年 11 月 29 日）；
- 3、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69 号 2004 年 3 月 25 日）；

4、《吉林省地质灾害防治条例》(吉林省十一届人民代表大会常务委员会第十次会议修订通过 2009 年 3 月 27 日)。

（二）技术标准

- 1、《地质灾害危险性评估规范》国土资源部（DZ/T 0286-2015）；
- 2、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1: 5 万)》（DZ/T0261-2014）；
- 3、《县（市）地质灾害调查与区划基本要求-实施细则》国土资源部（2006 修订稿）；
- 4、《建筑边坡工程技术规范》GB50330—2013；
- 5、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 6、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001(2009 修改版)）。

（三）本项目有关资料及相关参考文献

- 1、《1: 20 万长春市幅地质调查报告》，吉林省区域地质调查大队；
- 2、《1: 20 万长春市幅水文地质调查报告》，吉林省地质局；
- 3、《1: 50 万吉林省环境地质调查报告》，吉林省地调院；
- 4、《吉林省地质灾害防治规划》（2015-2020 年）；
- 5、《1: 10 万九台市区域水文地质调查报告》，吉林省地质环境监测总站；
- 6、《吉林省九台市地质灾害调查与区划报告（1: 100000）》吉林省地质环境监测总站，2005 年；
- 7、《吉林省九台市地质灾害防治“十三五”规划》2018 年。

三、主要任务和要求

（一）主要任务

在充分收集和详细研究相关资料的基础上，进行野外地面调查。查明九台区东湖街道（放牛村、甘家村、黑林村）及周边评估区的地形地貌特征、地层岩性、地质构造、岩土体类型、地下水类型及特征以及人类活动特征等；重点是查清评估区范围内是否存在崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝及地面沉降等地质灾害，分析地质灾害发生的原因和形成条件；并对评估区范围内的地质灾害做出现状评估、预测评估以及综合评估；对评估区范围划分地质灾害危险性等级；对九台区东湖街道（放牛村、甘家村、黑林村）内建设用地适宜性做出评价；提出

防治地质灾害的相关措施与建议。以避免和最大限度减少地质灾害对规划区内的拟建与已建工程项目的地质环境的破坏,为建设用地的审批及合理规划设计提供依据和建议。

（二）工作要求及成果使用说明

本次地质灾害危险性评估工作,严格按照国土资源部《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T0286-2015)的要求进行。要求充分搜集九台区东湖街道(放牛村、甘家村、黑林村)约 33.77km² 区域及周边的地形地貌、遥感影像、区域地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质和气象水文等资料,并在此基础上进行详细的地面调查,编制地质灾害危险性评估报告及相关图件成果。

地质灾害危险性评估成果,应按照自然资源行政主管部门的有关规定,经专家审查通过后,方可提交,并提供给九台区东湖街道(放牛村、甘家村、黑林村)内各类建设项目用地审批使用。

按《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T0286-2015)中的规定,本规划区内各类工程建设中各种地下作业开挖过程中的工程地质问题不属于本次地质灾害危险性评估的范围。

本评估成果不替代本规划区内各建设项目的工程地质勘察或有关评价工作。

第一章 评估工作概述

一、评估项目规划区范围及规划布局概况

（一）地理位置与交通概况

东湖街道规划区位于长春市九台区西南侧，规划区分为 2 部分，其中第一部分为黑林村区域，位于五一水库以南，第二部分为放牛村、甘家村区域，位于石头口门水库以西，孔家河以北。规划区包括放牛村、甘家村和黑林村 3 个行政村，规划区（行政区）面积为 33.77km²。本次地质灾害危险性评估工作是针对东湖街道（放牛村、甘家村、黑林村）进行评估，面积约 33.77km²。

规划区的地理坐标（CGCS2000）：

东经： **°**'**" __**°**'**"

北纬： **°**'**" __**°**'**"

东湖街道规划区交通十分便利，区域内有珲乌高速（G12）东西向贯通，龙双公路、长石公路、东吉林大路和机场路等在区域内穿过。东北侧紧邻长春龙嘉国际机场。见图 1-1。

图 1-1 交通位置图

（二）规划原则

坚持可持续发展的原则，加快产业结构调整，达到经济效益、社会效益、和环境效益的和谐统一。

坚持动态规划的原则，实现规划在时间上和空间上协调发展，增强规划的预见性，并具有弹性。

坚持节约用地的原则，合理用地布局，提高土地利用效率，妥善协调建设用地扩展与基本农田保护和生态环境改善之间的关系。

（三）评估项目规划用地范围

九台区东湖街道规划用地范围不规则，其用地面积为 33.77km²，用地范围以放牛村、甘家村和黑林村行政界限为界。本次评估区域规划用地范围的主要拐点见附表。

二、以往工作程度

长春市九台区东湖街道位于九台区东南部，区域矿产资源丰富，并且紧邻龙嘉机场、五一水库和石头口门水库，因此区域内地质矿产调查以及地质环境研究程度相对较高，曾进行了多次不同目的、不同精度的地质调查、地质环境评价工作以及建设工程的岩土工程勘察以及地质灾害危险性评估工作，积累了丰富的成果资料。本次工作调查搜集到的以往工作成果主要有：

1982 年吉林省地质矿产局以 1：20 万区域地质调查资料为基础，并利用和参考 1：5 万区域地质调查及普查、勘探等地质成果，编写出版了 1：50 万《吉林省区域地质志》；

1992 年吉林省地震局开展了全省范围的地震及火山活动的调查研究工作，编制了《吉林省地震、火山活动特征及其灾害》资料；

1996—2000 年，吉林省地质调查院开展并提交 1：50 万《吉林省区域地质环境调查报告》，对吉林省地质灾害现状、发展趋势及防治对策进行了研究探讨；

2000 年长春科技大学在前人工作基础上，利用遥感技术、野外实地考察和验证，完成了《吉林省区域地壳稳定性评价与地质灾害遥感调查研究报告》，对吉林省地质灾害类型、空间分布特征、发生机制、诱发因素进行了研究探讨，分析了吉林省断裂活动性和区域稳定性，并提出地质灾害预防措施及减灾对策；

2005 年吉林省地质环境监测总站提交了 1：10 万《吉林省九台市地质灾害调查与区划报告》；

2006 年吉林省地质环境监测总站提交了《吉林省九台市地质灾害防治划》；

区域内煤矿资源丰富，主要涉及吉林省九台市放牛沟煤矿、吉林省九台市羊草沟煤矿一、二井、吉林省龙家堡矿业有限责任公司龙家堡煤矿、九台市放牛沟煤矿劳动服务公司一井，本次收集了的煤矿资料具体如下：

1.《吉林省九台市羊草沟煤矿一井资源储量核实报告》吉林省第一地质调查所，2007 年；

2.《吉林省九台市羊草沟煤矿二井资源储量核实报告》吉林省第一地质调查所，2007 年；

3.《吉林省长春羊草煤业有限公司羊草沟煤矿一井矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》吉林省煤田地质勘察设计研究院，2014 年；

4.《吉林省长春羊草煤业有限公司羊草沟煤矿二井矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》吉林省煤田地质勘察设计研究院，2014 年；

5.《吉林省长春羊草煤业有限公司羊草沟煤矿一井矿产资源开发利用方案》辽宁天信工程设计咨询有限公司，2014 年；

6.《吉林省长春羊草煤业有限公司羊草沟煤矿二井矿产资源开发利用方案》辽宁天信工程设计咨询有限公司，2014 年；

7.《吉林省龙家堡矿业有限责任公司龙家堡煤矿矿产资源开发利用方案》长春煤炭设计研究院，2013 年；

8.《吉林省九台市放牛沟煤矿矿产资源储量核实报告》吉林省同仁非金属矿产勘查开发有限公司，2008 年；

9.《九台市放牛沟煤矿劳动服务公司一井矿产储量说明书》吉林省第五地质调查所，2001 年。

三、工作方法及完成工作量

本次评估工作时间：2021 年 8 月 5 日在签订合同书后立即组织专业技术人员组成项目组；2021 年 8 月 6 日-8 月 15 日搜集分析有关资料，设计调查路线及调查点；2021 年 8 月 16 日-9 月 6 日进行现场踏勘、野外现场调查；2021 年 9 月 7 日-9 月 22 日室内进行资料的综合分析整理、编制成果图件、编写文字报告。

自接受九台区东湖街道区域地质灾害危险性评估任务以后，我单位及时组成项目组开展工作，相关技术人员进行了野外实地调查。在收集相关资料的基础上进行了调查路线设计，并依据设计的调查路线进行现场踏勘调查，初步掌握本评估项目规划区范围及其周边的地形地貌特征、地质环境条件特征以及地质灾害类型和发育程度。其次，针对评估区范围内工程建设发生的挖方切坡地段、大面积采砂挖掘地段、自然斜坡区段、潜在泥石流冲沟等地带，结合调查路线重点进行地质灾害现状调查。调查内容主要包括地形地貌、地层岩性及工程地质特征、水文地质特征以及人为工程活动、地质灾害的发育程度及分布规律和特点等。地质灾害调查重点为崩塌、滑坡、泥石流、冻融灾害、地面塌陷等内容。

调查工作采取的调查手段包括卫星影像解译判读、穿插追踪调查、手持 GPS 定位、地质调绘、数码摄像等。各调查点均填写调查表，并拍摄记录实景图片。

综合分析既有资料和野外调查成果，进一步明确评估区范围内地质灾害与不良地质现象的类型、成因条件、分布及变化规律，重点对各种地质灾害的分布、工程地质特征及其对规划区工程建设的影响程度进行系统的分析。编绘了《地质灾害分布及实际材料图》（比例尺 1: 20000）、《地质灾害危险性综合分区评估图》（比例尺 1: 20000），在此基础上编制《九台区（东湖街道）地质灾害危险性评估报告》。

本次评估工作完成的主要工作量见表 1-1。

表 1-1 评估工作主要工作量表

完成项目	调查路线(km)	调查面积(km ²)	点调查(个)	调查访问 (人·次)	收集资料(份)
工作量	28.79	56.05	29	43	10

评估工作程序符合中华人民共和国国土资源部《地质灾害危险性评估规范》（DZ-T/0286-2015）中的要求。

四、评估范围与评估级别的确定

（一）评估范围的确定

九台区东湖街道地质灾害危险性评估是属于区域性的地质灾害危险性评估任务，确定评估范围以区域规划用地边界为基准，结合区内及周边 300m 范围内的地形地貌以二级阶地（台地），地层分布主要为白垩系下统泉头组（K_{1qt}）、白垩系下统营城组（K_{1y}）、第四系冲洪积层（Q_{2^{al}}、Q_{4^{al}}），考虑评估区周边地形地貌、河流等地质界限因素，向外扩大 500m 确定评估范围，评估区面积为 56.05 km²。见附图 1。

（二）评估级别的确定

1、项目重要性

本次地质灾害危险性评估项目为集聚提升村庄。根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中建设项目重用性分类标准（见表 1-2），本评估项目属于重要建设项目。

表 1-2 建设项目重要性分类表

项目类型	项目类别
重要建设项目	城市和村镇规划区、放射性设施、军事和防控设施、核电、二级（含）以上公路、铁路、机场、大型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、工业建筑（跨度>30m）、民用建筑（高度>50m）、垃圾处理厂、油（气）管道和储油（气）库、学校、医院、剧院、体育场馆等。
较重要建设项目	新建村镇、三级（含）以下公路、中型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、工业建筑（跨度 24m~30m）、民用建筑（高度 24m~50m）、垃圾处理厂、水处理厂等。
一般建设项目	小型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、工业建筑（跨度≤24m）、民用建筑（高度≤24m）、垃圾处理厂、水处理厂等。

2、地质环境复杂程度

本规划区范围内地质构造条件简单，建设用地附近无全新世活动断裂，地震基本烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度为 0.10g。评估区范围内的地貌单元主要为丘陵及雾开河河流阶地，地形坡度主要在 0°~15°之间。河流阶地多平坦开阔，地貌类型较单一。岩性岩相变化小，岩土体结构较简单，工程地质性质良好。含水层特点简单，水文地质条件良好。地面塌陷地质灾害发育强烈、危害较大。人类工程活动强烈，评估区北部区域位于羊草沟煤矿一井矿区范围内，人类采矿工程活动对地质环境的影响、破坏严重。

依据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286—2015）中地质环境条件复杂程度分类标准，评估区地质环境条件复杂程度确定为复杂，见表 1-3。

3、评估级别的确定

依据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286—2015）中地质灾害危险性评估级别划分标准（见表 1-4），确定九台区东湖街道地质灾害危险性评估项目地质灾害危险性评估级别为一级。

表 1-3 地质环境条件复杂程度分类表

条件	类别		
	复杂	中等	简单
区域地质背景	区域地质构造条件复杂，建设场地有全新世活动断裂，地震基本烈度大于Ⅶ度，地震动峰值加速度大于 0.20g。	区域地质构造条件较复杂，建设场地附近有全新世活动断裂，地震基本烈度Ⅶ度至Ⅷ度，地震动峰值加速度 0.10~0.20g。	区域地质构造条件简单，建设场地附近无全新世活动断裂，地震基本烈度小于或等于Ⅵ度，地震动峰值加速度小于 0.10g。

地形地貌	地形复杂，相对高差大于 200m，地面坡度以大于 25°为主，地貌类型多样。	地形较简单，相对高差 50m~200m，地面坡度以 8°~25°为主，地貌类型较单一。	地形简单，相对高差小于 50m，地面坡度小于 8°，地貌类型单一。
地层岩性和岩土工程地质性质	岩性岩相复杂多样，岩土体结构复杂，工程地质性质差。	岩性岩相变化较大，岩土体结构较复杂，工程地质性质较差。	岩性岩相变化小，岩土体结构较简单，工程地质性质良好。
地质构造	地质构造复杂，褶皱断裂发育，岩体破碎。	地质构造较复杂，有褶皱、断裂分布，岩体较破碎。	地质构造较简单，无褶皱、断裂，裂隙发育。
水文地质条件	具多层含水层，水位年际变化大于 20m，水文地质条件不良。	有二至三层含水层，水位年际变化 5m~20m，水文地质条件较差。	单层含水层，水位年际变化小于 5m，水文地质条件良好。
地质灾害及不良地质现象	发育强烈，危害较大。	发育中等，危害中等。	发育弱或不发育，危害小。
人类活动对地质环境的影响	人类活动强烈，对地质环境的影响、破坏严重。	人类活动较强烈，对地质环境的影响、破坏较严重。	人类活动一般，对地质环境的影响、破坏小。
注：每类条件中，地质环境条件复杂程度按“就高不就低的原则”，有一条符合条件者即为该类复杂类型。			

表 1-4 地质灾害危险性评估分级表

建设项目重要性	地质环境条件复杂程度		
	复杂	中等	简单
重要	一级	一级	二级
较重要	一级	二级	三级
一般	二级	三级	三级

五、评估的地质灾害类型

九台区东湖街道处于《吉林省九台市地质灾害防治“十三五”规划》中的地质灾害高易发区和不易发区内。通过现场实地调查和相关资料分析，本区域基本无崩塌、滑坡、泥石流地质灾害的形成条件。未来建设项目建筑物基础施工可能引发的基坑边坡崩塌或滑坡地质灾害；评估区西北侧羊草沟煤矿和龙家堡煤矿形成采空区，采空区是地面塌陷地质灾害诱发的主要因素。因此结合本评估区地质环境条件和现状地质灾害发育程度等实际情况的调查分析，本次地质灾害危险性评估主要针对崩塌、滑坡地质灾害，以及羊草沟煤矿和龙家堡煤矿采煤形成的采空区对地表造成的地面塌陷地质灾害进行分析评估。

第二章 地质环境条件

一、区域地质背景

区域大地构造位置们于吉黑褶皱系(I)、松辽中断陷(II)、东南隆起带(III)、九台~长春凸起(IV)边的中生界羊草沟含煤盆地，东南与大黑山断隆中段相邻区内构造总体上呈北东向展布，其关状由西向东有明显的变化，西部倾向北西，倾角 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，中部倾向北，倾角 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间，东部倾向北西，倾角 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 之间，走向上具有由西向东呈反“S”型展布的特点。

根据《中国地震动参数区划图》GB18306-2001，本区地震动峰值加速度为 $0.1g$ ，相应地震基本烈度为 VI 度，地震反应谱特征周期为 $0.35s$ 。

二、气象、水文

（一）气候

九台区属北温带大陆季风半湿润气候区，四季分明，具有春季干燥多风、夏季温热多雨、秋季凉爽短暂、冬季寒冷漫长的特点。多年平均降水量为 $572.3mm$ ，多集中在 6、7、8 三个月，占全年降水量的 70%以上；多年平均蒸发量 $1330mm$ ；多年平均气温 $5.3^{\circ}C$ ，极端最高气温 $37.8^{\circ}C$ ，（2001 年 6 月 4 日），极端最低气温 $-37.9^{\circ}C$ ；多年平均无霜期 140-150 天；结冻期为 11 月至翌年 4 月，最大冻土深度 $1.82m$ ；主导风向为西南风，多年平均风速为 $3.4m/s$ ，瞬时最大风速可达 $17m/s$ 。

（二）水文

九台区河流均属松花江水系。东有第二松花江，江段长 50 余 km，迳流长度 $190.02km$ ，流域面积为 $1001.15km^2$ ，多年平均迳流量为 $10478.05\times 10^4m^3$ 。中部为第二松花江支流饮马河，发源于磐石市驿马乡呼兰岭，流经磐石、双阳、永吉、九台、德惠等市县，至农安县靠山屯北约 $1.5km$ 处汇入“二松”。全长 $384km$ ，流域面积 $18000km^2$ 。九台段长 $62km$ （由石头口门到九台、德惠交界处），流域面积 $1350.8km^2$ ，多年平均迳流量 $12362.09\times 10^4m^3$ ，河道平均坡降 0.62% ，河流呈南北走向。此外，区内较大的河流还有沐石河和雾开河，河段长度分别为 $47.2km$ 和 $34.5km$ ，流域面积分别为 $624.31km^2$ 和 $399.045km^2$ ，多年平均迳流量为 $5448.41\times 10^4m^3$ 和 $3186.92\times 10^4m^3$ 。

东湖街道规划区内主要河流为雾开河，雾开河属于饮马河支流，松花江水系。发源于吉林省长春市辖区泉眼镇火石村后砬子东沟，流向为北。流经长春市辖区、九台区、德惠市，在德惠市注入饮马河，全长 132km，流域面积 1198km²，流经评估区范围约 5km，于黑林村规划区北约 0.5km 流入五一水库；五一水库是雾开河上游的一座中型水库，总库容 4180×10⁴m³，防洪库容 2770 万 m³，兴利库容 1464×10⁴m³，死库容 300×10⁴m³，控制面积 163km²；评估区东侧约 2.5km 为石头库门水库，总库容 12.64 亿 m³。

三、地形地貌

（一）区域地形地貌概况

九台区西部、中部为冲积平原二级阶地（台地），东部、南部、西南部多为低山丘陵（半山区），全区地形呈西南东北狭长形状。地势由西南向东倾斜，形成了西南高、东北低、中间岗川不等的自然格局。九台区内大小山岭，均系长白山系哈达岭山脉之余脉。全区山岭多分布在东南、南部、西南和东北部，八台岭海拔 580.1m，为九台区最高峰，其塔木镇的四楞山海拔 570m，沐石河镇的桦树背山海拔 528m，莽卡乡的马达山海拔 522m，土们岭镇的马鞍山海拔 280m。

规划区位于九台区西南部，为平原向山区过渡地带，南高北低，海拔最高点高程 300.0m，最低点高程 220.0m，相对高差 80m。

按成因及地貌形态可分为构造剥蚀山地和侵蚀堆积地貌。构造剥蚀山地其地貌形态为丘陵（I），侵蚀堆积地貌为波状台地（II）及河流阶地（III）。见表 2-1。

表 2-1 地貌单元分区说明表

成因类型	形态类型	形态单元	主要分布及物质组成描述
构造剥蚀	构造剥蚀山地	丘陵(I)	地势低缓，呈浑圆状，地面高程 230.0~300.0m,其间分布有少量冲沟，一般沟深 1.0~3.0m，由白垩系下统泉头组碎屑沉积岩组成。表部一般有厚 0.3~0.5m 粘性土层，冲沟处基岩裸露。
侵蚀堆积	山前平原	波状台地(II)	台面坳谷发育，波状起伏，地面高程 210.0-240.0m，右后先前倾斜，表部主要为粘性土，地表多为耕地。
侵蚀堆积	河谷平原	河流阶地(III)	沿雾开河、放牛河河谷两岸不对称间断分布，微向河床倾斜，海拔标高 220-240m 左右。地层具有典型二元结构，上部为粉质粘土或粉土及粉细砂土，下部为砾砂、圆砾或卵石。

（二）评估区地形地貌特征

2、地貌

地貌形态可分为构造剥蚀山地和侵蚀堆积地貌。构造剥蚀山地其地貌形态为丘陵 (I)，侵蚀堆积地貌为波状台地(II)和河流阶地(III)。

丘陵(I)：地势低缓，呈浑圆状，地面高程 230.0~300.0m,其间分布有少量冲沟，一般沟深 1.0~3.0m，由白垩系下统泉头组碎屑沉积岩组成。表部一般有厚 0.3~0.5m 粘性土层，冲沟处基岩裸露。

波状台地(II)：台面坳谷发育，波状起伏，地面高程 210.0-240.0m，右后先前倾斜，表部主要为粘性土，地表多为耕地。

河流阶地(III)(雾开河、放牛河)：分布于丘陵(I)北侧，阶地内河流流量随季节变化较大。表部岩性由冲洪积堆积粘土组成，其下分布有厚 3.0~8.0m 厚的石层。

四、地层岩性

（一）地层

规划区地表出露的地比较简单，仅出露二叠系下统范家屯组、白垩系下统营城子组和第四系，根据收集相关资料，规划区地层由老至新叙述如下：

1、二叠系下统范家屯组(P_1f)

仅见于矿区南部张家店冲沟中，在燕山期花岗岩(γ_5^2)中以捕虏体形式出现，面积较小，岩色为暗绿色、微带黄色的斜长角闪岩。

2、白垩系下统营城子组(K_{1y})

主要分布下大石窝~小羊草沟~霍家岗子一带，总体呈北东向展布，早期为火山喷发相沉积，晚期为河流沼泽相沉积。按岩性组合，同位素年龄及化石特征分为三个岩性段。

下段为中性火山岩(K_{1y}^2)：出露在矿区南部的张家店一带，由安山岩组成，岩石为灰绿~紫色，板状及块状构造，具明显流理，不整合于沙河子组砂砾岩之上；

中段为酸性火山岩段(K_{1y})：出露于矿区中南部，岩性以灰白~褐灰色流纹岩、酸性火山角砾岩为主。底部有一层膨润土和灰~微紫色安山质凝灰岩，与下伏沙

河子组呈微角度或平行不整合接触，可见厚度大于 293m。

上段为含煤岩组(K_{1y})：根据岩性组合、化石特点，该段分成三个亚段。

第一亚段为下段含煤段(K_{1y}^{3a})，岩性为灰~灰白色砂砾岩、砾岩、凝灰质砂岩及中酸性火山碎屑岩平炭质泥岩、泥质砂岩，局部含沸石、膨润土。顶部为黑绿色杏仁状玄武岩或玄武质角砾岩；底部与下伏酸性火山岩(K_{1y}^2)呈局部平行不整合接触，最大厚度 292m。

第二亚段为玄武岩段(K_{1y}^{3b})，岩性为黑绿~微紫红色杏仁状玄武岩，最大厚度 62m。

第三亚段为上段含煤段(K_{1y}^{3c})，分布在矿区中部和东部，呈北东向展布，南西产状较陡，北东较平缓，由西到东呈反“展”在砂岩、粉砂岩夹炭质泥岩和工业煤层，上部为砂岩、炭质泥岩夹薄层相砾岩，与下伏玄武岩呈整合接触、厚度 17-535.91m。

3、白垩系下统泉头组(K_{1q})：

分布在评估区北侧。泉头组分上、下两部分。上部以紫红色砂岩、砂砾岩为主，夹深灰~微绿色含砾泥岩、泥质砂岩，底部为玄武岩。下部为深灰~灰绿鱼砂砾岩，砾岩，泥质粉砂岩和含砾粉砂质泥岩，厚 990m，与下伏地层呈不整合接触。

4、第四系(Q_2^{al} 、 Q_4^{al})：广泛分布全区，一般表部为冲洪积堆积粉质粘土、砂及砂砾石，下部为冲洪积堆积及残积堆积黄土状粘土及钙基膨润土，厚 3.0-38.0m。

（二）岩浆岩

规划区内岩浆岩仅见中侏罗系(y_5^2)白岗质花岗岩及黑云母花岗岩，分布规划区北部，出露面积 70km²属农林-泉眼岩基的边相该岩体主要构成含煤盆地的基底。在大量出露区内多处见到沙河子组和营城子组覆盖其上。本区岩浆岩侵入在先，成煤时代在后，故煤系中玄武岩呈层状，与含煤地层产状基本一致。

五、地质构造

区域大地构造位置位于吉黑褶皱系(I)、松辽中断陷(II)、东南隆起带(III)、九台~长春凸起(IV)边的中生界羊草沟含煤盆地，东南与大黑山断隆中段相邻区内构造总体上呈北东向展布，其产状由西向东有明显的变化，西部倾向北西，倾角

30°~40°，中部倾向北，倾角 20°~30°之间，东部倾向北西，倾角 10°~20°之间，走向上具有由西向东呈反“S”型展布的特点。

根据《中国地震动参数区划图》GB18306-2001，本区地震动峰值加速度为 0.1g，相应地震基本烈度为 VI 度，地震反应谱特征周期为 0.35s。

图 2-1 区域地震构造分布图

六、岩土类型及工程地质性质

据现场调查和区内有关建设项目的岩土工程勘察资料，区内岩土体工程地质类型按岩性及其物理力学性质主要划分为坚硬岩组、中硬岩组、软岩组及松散岩组四类。各组岩土体的工程地质特性如下：

1、坚硬岩组：主要为营城子组安山岩(K_{1y}^1)、流纹岩(K_{1y}^2)、玄武岩(K_{1y}^3)、泉头组玄武岩(K_{1q}^1)。岩体完整性较好，块状结构，结构面互相咬合、岩体基本稳定，抗压强度大于 60MPa。

2、中硬岩组：主要为营城子组(K_{1y})砂砾岩、砂岩、凝灰质砂岩，泉头组(K_{1q})砂岩、砂砾岩。岩体较完整，薄-中厚层层状结构，变形和强度受层面控制，可沿结构面滑塌，抗压强度 30-60MPa。

3、软岩组：主要为营城子组(K_{1y})泥质粉砂岩、碳质泥岩、泥岩，泉头组(K_{1q})泥岩。岩体完整性差，胶结差，整体强度低，易发生规模较大的岩体失稳，抗压强度<30MPa。

4、松散岩组：主要为第四系堆积物，由两部分组成：其一为第四系全新统冲积堆积砂、砂砾石，分布河谷低洼处，分选性差，松散，地基承载力 150~300KPa。其二为第四系中更新统黄粘土，分布波状台地，具有大孔隙和可塑性，地基承载力 180~200KPa。

总体上，本规划用地范围内的岩土体组成复杂多样，各岩土体单元厚度变化大，工程地质条件均匀性较差。

七、水文地质条件

（一）地下水类型及动态特征

依据地下水赋存、埋藏条件及水力特征，将该区地下水划分为松散岩类孔隙水、基岩风化裂隙水和构造裂隙水。现分述如下：

1、松散岩类孔隙水

（1）河谷区孔隙潜水

松散岩类孔隙水根据含水层渗透性及富水特征分为第四系全新统冲积堆积中粗砂、砂砾石孔隙水及第四系中更新统冲洪积堆积黄土状粉质粘土孔隙潜水。

第四系全新统冲积堆积中粗砂、砂砾石孔隙水主要赋存于第四系全新统冲积堆积中粗砂、砂砾石孔隙中，该层主要沿腰占河河床及两侧零星分布的漫滩和沟谷低洼地处分布。上部粘土层一般厚 1.5~4.5m，含水层厚 1.5~4.5m，分选差，多呈浑圆状，地下水位埋深 1.0~3.5m，单井涌水量 500-1000m/d，渗透系数 1.13~13.09m/d。

主要接受大气降水及侧向补给，以侧向迳流排泄及越层补给基岩裂隙水为主。地下水位受枯水及丰水季节影响，水位变幅 2~3m。

（2）阶地区孔隙潜水

第四系中更新统冲洪积黄土状粉质粘土孔隙潜水主要分布在较高台地上，水位埋深 3~10m，地下水位受枯水及丰水季节影响，水位变幅 3m 左右，单井涌水量一般少于 10m/d，富水性差。

2、基岩风化裂隙水

分布在规划区北部，主要为流纹岩、安山岩、花岗岩风化裂隙潜水，风化带厚 10~25m，水位埋深 2.40~3.85m，据抽水试验资料：单井涌水量大于 500m/d，渗透系数 2.59~4.781m/d，地下水位受枯水及丰水季节影响较大。

3、碎屑岩类孔隙裂隙水

该含水层广泛分布于规划区，厚数米~数百米，岩性白垩系泉头组(K_1q)由一套紫红色及灰绿色的泥岩、泥质粉砂岩、砂岩及砂砾岩组成。含水层主要发育在胶结较差的粉砂岩、砂岩及砂砾岩构造裂隙中。据抽水试验资料：单井涌水量小于 500m/d，渗透系数 0.039m/d。

碎屑岩类孔隙裂隙水主要受降水上部第四系松散岩类孔隙水渗入补给，富水性受孔隙裂隙发育厚度及地形的控制。裂隙潜水流向主要受地势控制，顺坡从分水岭流向河谷区。水位的埋深变化主要受季节、地形起伏、岩石风化程度及地下

水的径流水力坡陡影响和控制。

（二）地下水开采及补给径流排泄条件

本区域内松散岩类孔隙水水化学类型以重碳酸钙镁型为主，溶解性总固体一般小于 1.0g/l，地下水主要补给来源为大气降水，局部由地下水径流和地表水径流补给，向雾开河径流排泄。场地地下水位随季节变化。评估区内地下水多消耗于蒸发，或由河流所排泄，并与下伏基岩裂隙水均有水力联系。

碎屑岩类孔隙裂隙水受地形地貌、地质构造、岩性等影响，富水性及排泄水量变化较大。在汛期强降雨的影响下，由上部松散岩类孔隙水向下部渗透补给，可能造成岩体浅部裂隙饱水，同时同一含水层之间也会通过裂隙径流补给，碎屑岩类孔隙裂隙水主要向附近河流及下部含水层径流排泄。

可见，本规划用地区域内的含水层特征比较简单，富水性贫乏到较丰富，水文地质条件较好。

八、人类工程活动对地质环境的影响

九台区东湖街道规划区人类活动主要为耕种及居民基础建设，主要分布在河谷阶地及台地地带。已开发利用的区域内人类活动比较强烈，由于大量的市政工程和房屋建筑工程及高速公路的开发建设，在场地平整过程中，局部形成人工挖掘斜坡和堆填斜坡，建筑弃土散落堆放。人工挖掘斜坡的规模不等，长度约 20-100m，高度约 2-5m。人工堆填斜坡不规则，规模不等，堆填高度 2-8m 不等。规划区内放牛村和甘家村区域西北侧煤矿资源丰富，开发的煤矿有放牛沟煤矿和羊草沟煤矿，羊草沟煤矿目前正在生产，放牛沟煤矿现已政策性关闭，煤矿开采形成采空区，采空区区域现状已有不同程度塌陷。综上：人类工程活动对地质环境的影响和破坏严重。

第三章 地质灾害危险性现状评估

一、地质灾害类型特征

根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015），进行地质灾害危险性现状评估的主要灾种有滑坡、崩塌、泥石流、岩溶塌陷、采空塌陷、地裂缝及地面沉降等。

结合本评估项目的评估区范围内的地形地貌特征、地层岩石分布特征以及人类工程活动对地质环境的破坏情况等因素以及调查比例尺精度的考虑，实施了 29 个调查点的详细调查和调查点附近人员的调查询问工作，侧重调查了区内西北侧放牛沟煤矿和羊草沟煤矿采空区地表情况及珥乌高速沿线边坡，其他采矿及其它人为挖掘产生的人工边坡的地质灾害现状特征，比较全面的调查了评估区内的地质灾害类型特征及分布现状。各调查点的地质环境位置、地质灾害类型及发育规模、稳定性、地形地貌特征、地层岩性特征、节理裂隙发育特征、诱发因素、造成危害等调查统计信息。通过现场调查和相关资料分析，本区域内各种地质灾害的发育和分布特点分析总结如下。

1、崩塌灾害

本评估区域内的地形较平坦，在城镇建设、道路建设、工业厂区建设中的整平场地和人工挖掘、人为集中堆填弃土等破坏环境等因素形成了部分高度较小的斜坡。各种斜坡的分布是可能发生崩塌灾害的基本因素。通过对雾开河、高铁线路、高速公路、国道省道、采矿及其它人为挖掘产生的人工边坡的地质灾害现状的调查，评估区范围内未发现崩塌地质灾害。

2、滑坡灾害

区内的地层岩石主要为第四系松散堆积物，第四系松散堆积物为冲洪积作用形成的粘土、粉质粘土、砂土、角砾、圆砾、卵石等，堆积厚度约 3-38.0 米不等，地下水富水性中等，含水性不均匀，对地层的软化作用相对较小，地形较平坦。没有发现区内地层及岩体可导致滑坡的软弱结构面，经过地质灾害现场调查，评估区范围内未发现滑坡地质灾害。

3、泥石流灾害

九台区内全年降雨量约 572.3mm 左右，并且降雨多集中在 6-8 月份，全年蒸发量大于降雨量。且场区内地势起伏相对较小，评估区南平原与山区过渡带内发育少

量小型冲沟呈“鸡爪状”，无大的沟谷发育、未见大面积的基岩裸露，植被覆盖较好，沟谷纵向坡度较缓，局部的人工弃土堆积位于地形平坦地带，总体上有利于大气降水的渗入和地面径流的环境。经过地质灾害现场调查，评估区范围内未发现坡面泥石流和沟谷泥石流地质灾害。

4、地面塌陷、地裂缝及地面沉降灾害

东湖街道规划区内放牛沟村和甘家村区域西北侧为放牛沟煤矿、放牛沟煤矿劳服一井及羊草沟煤矿一井，评估区内采空区面积约****km²。

采空区的分布是可能发生地面塌陷灾害的基本因素。通过对放牛沟煤矿、放牛沟煤矿劳服一井、羊草沟煤矿一井及龙家堡煤矿采空区区域地质灾害现状的调查，发现采空区局部已形成塌陷地质灾害。

综上所述地面塌陷地质灾害是本评估区域内分布的主要地质灾害类型。

二、地质灾害危险性现状评估

评估区地貌单元主要为丘陵和河流阶地。丘陵区域面积较小，植被比较发育，地形坡度多在 5°~20°之间，局部为 25°~40°，局部有开发建设；河流阶地多平坦开阔，以工业开发建设、市政设施建设、居民地以及待开发建设用地为主。评估区人类活动较强烈，开发建设中人为挖掘形成许多较小陡坎、斜坡，以及局部的人工堆填弃土，对地质环境的影响、破坏比较明显。通过分析相关资料和野外现场调查，未发现有崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，现状崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害不发育，危险性小。

评估区放牛沟村和甘家村区域西北侧采矿活动强烈，放牛沟煤矿、羊草沟煤矿一井和龙家堡煤矿，其中放牛沟煤矿已政策性关闭；羊草沟煤矿一井和龙家堡煤矿目前处在生产状态。通过分析相关资料和野外现场调查，在评估区调查到 2 处地面塌陷地质灾害，现状地质灾害情况详见下述：

1、腰站村一社区地面塌陷 T1

腰站村一社地面塌陷 T1 位于二台屯东南侧村边，塌陷区形状呈近似圆形、成因类型为采空区冒顶型，塌陷深度*m，地面塌陷类型主要为第四系冲洪积层及白垩系营城组 Q₂^{al}+K_{1y}，经现场调查，该区域现状地表主要为农田和居民区，该地面塌陷地质灾害现状发育程度为强，现场调查期间初步统计，该灾害点威胁人数在 100 人以上，造成的直接经济损失大于 500 万元，故地质灾害危害程度为大，结合相关

规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为大，塌陷区现状照片详见图版 3-1

图版 3-1

T1 塌陷区调查照片



2、腰站村一社区东北侧农田地面塌陷 T2

腰站村一社区东北侧地面塌陷 T2 位于二台屯东北侧约*km 处，塌陷区形状呈近似圆形、成因类型为采空区冒顶型，塌陷深度*m，地面塌陷类型主要为第四系冲洪积层及白垩系营城组 $Q_2^{al}+K_{1y}$ ，经现场调查，该区域现状地表主要为农田及少量房屋，现场调查时仅有少部分人员在该区域居住，该地面塌陷地质灾害现状发育程度为强，现场调查期间初步统计，该灾害点威胁人数在 100 人以上，造成的直接经济损失大于 500 万元，故地质灾害危害程度为大，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为大，塌陷区现状照片详见图版 3-2

图版 3-2 T2 塌陷区调查照片



表 3-1 评估区地面塌陷地质灾害统计表

编号	名称	地质灾害规模	稳定性	威胁对象	地层岩性特征	诱发因素	造成危害
T1	腰站村一社区地面塌陷(D19)	大型	不稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲洪积层及白垩系营城组	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T2	腰站村一社区东北侧农田地面塌陷(D22)	大型	不稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲洪积层及白垩系营城组	矿山地下开采	地面下沉

为了更好的说明评估区内地面塌陷地质灾害变形情况，本次对评估区内收集到的放牛沟煤矿、放牛沟煤矿劳服一井、羊草沟煤矿一井、龙家堡煤矿及评估区外西侧羊草沟煤矿二井等开采资料进行分析计算，得出现状倾斜等值线图、现状曲率等值线图、现状水平变形等值线图、现状水平移动等值线图、现状下沉等值线图等图件，分析及预测过程详见下述：

(1) 现状矿山开采及采空区分布情况

评估区放牛沟村和甘家村区域西北侧为放牛沟煤矿、放牛沟煤矿劳服一井、羊草沟煤矿一井和龙家堡煤矿，评估区已有采空区面积为****km²，详见表 3-2 及图 3-3：

表 3-2 评估区内地下开采矿山开采现状情况统计表

序号	矿山名称	开采状态	现状采空区面积 (km ²)	评估区内采空区面积 (km ²)	开采层数	最小采深 (m)	最大采深 (m)	平均采厚 (m)
1	龙家堡煤矿	正在开采	****	****	****	****	****	****
2	羊草沟煤矿一井	正在开采	****	****	****	****	****	****
3	放牛沟煤矿	2016 年 关闭	****	****	****	****	****	****
4	放牛沟劳服一井	2007 年 关闭	****	****	****	****	****	****

通过分析相关资料和野外现场调查，放牛沟煤矿采空区由评估边界线一分为二，中心点位于评估边界线附近，评估区内塌陷区发育程度由边界线向评估区内逐渐较小，至采空区外缘区地表变形量较小，局部区域产生地裂缝，放牛沟煤矿采深较大，且关闭时间较晚，塌陷区仍处于不稳定状态。放牛沟煤矿采空区由评估边界线一分为二，中心点位于评估边界线附近，劳服一井已关闭多年，地表变形趋于稳定。羊草沟煤矿一井大部分采空区位于评估区西北侧界线外，采空区地面塌陷发育程度强，评估区内现状采空区为整体采空区边缘，塌陷发育程度相对评估区外采空区弱，局部可见地裂缝，随着矿山生产，采空区向评估区内延伸，会加剧评估区内塌陷区发育。龙家堡煤矿现状采空区位于评估区外西北侧，随着矿山生产，采空区将延伸至评估区内，会加剧评估区内塌陷区发育。变形及塌陷区域主要为耕地及分散住宅区。其他区域未见采空塌陷、地裂缝及地面沉降等地质灾害。

(2) 计算方法选择

根据我国煤矿实际情况，在煤炭开采引起地表移动变形计算时，可采用典型曲线法、负指数函数法、概率积分法等计算方法。其中概率积分法以正态分布函数为影响函数。用积分式表示地表沉陷盆底，适用于常规的地表移动与变形计算，在我国应用最为广泛。本次评估工作对采空区引起的地表移动与变形计算同样选用概率积分法来进行计算，按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中倾斜煤层任意形状工作面线积分任意点地表移动变形计算规定的计算式：

1、地表下沉值计算

$$W(x, y) = \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{1}{2r} \operatorname{erf} \left(\sqrt{\pi} \frac{(\eta-x)}{r} \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta$$

2、倾斜变形

$$i_x(x, y) = W_{cm} \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{1}{r^2} e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta$$

$$i_y(x, y) = W_{cm} \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{-\pi(\zeta-y)}{r^2} \cdot \operatorname{erf} \left(\sqrt{\pi} \frac{(\eta-x)}{r} \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta$$

3) 曲率变形

$$K_x(x, y) = W_{cm} \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{-2\pi}{r^2} \cdot \frac{\eta-x}{r} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta$$

$$K_y(x, y) = \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{\pi}{r^3} \left(\frac{2\pi(\zeta-y)^2}{r^2} - 1 \right) \cdot \operatorname{erf} \left(\sqrt{\pi} \frac{(\eta-x)}{r} \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta$$

4) 水平移动

$$U_x(x, y) = U_{cm} \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{1}{r^2} e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta$$

$$U_y(x, y) = U_{cm} \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{-\pi(\zeta-y)}{r^2} \cdot \operatorname{erf} \left(\sqrt{\pi} \frac{(\eta-x)}{r} \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta + W_x(x, y) \cdot \operatorname{ctg} \theta_0$$

5) 水平变形

$$\varepsilon_x(x, y) = U_{cm} \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{-2\pi}{r^2} \cdot \frac{\eta-x}{r} \cdot e^{-\pi \frac{(\eta-x)^2 + (\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta$$

$$\varepsilon_y(x, y) = U_{cm} \sum_{i=1}^n \int_{Li} \frac{-\pi}{r^2} \cdot \frac{\zeta-y}{r} \cdot \operatorname{erf} \left(\sqrt{\pi} \frac{(\eta-x)}{r} \right) \cdot e^{-\pi \frac{(\zeta-y)^2}{r^2}} d\zeta + i_y(x, y) \cdot \operatorname{ctg} \theta_0$$

式中： $W_{cm} = m \cdot \eta \cos \alpha$ ， mm；

$U_{cm} = b \cdot W_{cm}$ ， mm；

m ——采厚， mm；

η ——下沉系数；

α ——煤层倾角，°；

b ——水平移动系数；

r ——等价计算工作面的主要影响半径， $r=Hd/\tan \beta$ ；

Hd ——等价开采影响深度，m；

$\tan \beta$ ——主要影响角正切；

Li ——等价计算工作面各边界的直线段；

θ_0 ——开采影响传播角，°；

$i_x(x, y)$ ——沿 x （煤层走向）方向的倾斜，mm/m；

$i_y(x, y)$ ——沿 y （煤层倾向）方向的倾斜，mm/m；

$K_x(x, y)$ ——沿 x （煤层走向）方向的曲率， $10^{-3}/m$ ；

$K_y(x, y)$ ——沿 y （煤层倾向）方向的曲率， $10^{-3}/m$ ；

$U_x(x, y)$ ——沿 x （煤层走向）方向的水平移动，mm；

$U_y(x, y)$ ——沿 y （煤层倾向）方向的水平移动，mm；

$\varepsilon_x(x, y)$ ——沿 x （煤层走向）方向的水平变形，mm/m；

$\varepsilon_y(x, y)$ ——沿 y （煤层倾向）方向的水平变形，mm/m；

由于地表移动与变形（除下沉外）均有方向性，对地面造成的损害又与其方向有关，为确定各移动与变形的最大影响值及方向，对移动和变形的主值也进行了计算，计算公式如下：

$$i_m = \sqrt{i_x(x, y)^2 + i_y(x, y)^2}$$

$$\varphi_i = \arctg \frac{i_y(x, y)}{i_x(x, y)}$$

$$U_m = \sqrt{U_x(x, y)^2 + U_y(x, y)^2}$$

$$\varphi_U = \arctg \frac{U_y(x, y)}{U_x(x, y)}$$

$$K_{1,2}(x, y) = \frac{K_x(x, y) + K_y(x, y)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{K_x(x, y) - K_y(x, y)}{2}\right)^2 + S(x, y)^2}$$

$$\varphi_K = \frac{1}{2} \arctg \frac{2 \cdot S(x, y)}{K_x(x, y) - K_y(x, y)}$$

$$\varepsilon_{1,2}(x, y) = \frac{\varepsilon_x(x, y) + \varepsilon_y(x, y)}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\varepsilon_x(x, y) - \varepsilon_y(x, y)}{2} \right)^2 + \frac{\gamma(x, y)^2}{4}}$$

$$\varphi_\varepsilon = \frac{1}{2} \arctg \frac{\gamma(x, y)}{\varepsilon_x(x, y) - \varepsilon_y(x, y)}$$

式中： i_m ——最大倾斜变形，mm/m；

U_m ——最大水平移动，mm；

$K_{1,2}(x, y)$ ——最大正曲率、最大负曲率， $10^{-3}/m$ ；

$\varepsilon_{1,2}(x, y)$ ——最大拉伸，最大压缩变形，mm/m；

φ_i ——最大倾斜方向；

φ_U ——最大水平移动方向；

φ_K ——最大曲率方向；

φ_ε ——最大拉伸、压缩水平变形方向。

（3）地表移动与变形计算参数选取

要进行地表移动变形计算，须确定相关的地表移动计算参数，主要包括：下沉系数、水平移动系数、主要影响角正切、开采影响传播角、拐点偏移距等。

1) 下沉系数的确定

依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中覆岩性质分类，该区覆岩类型为中硬—坚硬型，本次计算取全部垮落法开采充分采动条件下的下沉系数为 0.65，重复采动下沉系数增加 10% 考虑。

区内正在开采及未来开采区块统一采用下沉系数为 0.65，开采时间较长正处于残余变形阶段的区块根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中残余下沉系数计算公式，分别计算不同时间形成的采空区的残余下沉系数。残余变形下沉系数按下式计算：

$$q_{残} = (1-q) k (1 - e^{-\left(\frac{50-t}{50}\right)})$$

式中： q ——下沉系数， k ——调整系数，一般取 0.5-1.0； t ——距开采结束时间，a。式中 k 值取 1。

2) 地表水平变形系数的确定

充分采动时，走向主断面上地表最大水平移动值 U_{cm} 与地表最大下沉值 W_{cm} 的比值称为水平移动系数：

$$b=U_{cm}/W_{cm}$$

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，水平移动系数 b 变化较小，一般为 0.3，变化范围在 0.2-0.4，本次计算取为 0.3。

3) 主要影响角正切的确定

煤层开采后，地表沉陷区内的移动变形主要集中在采空区边界上方宽度为 $2r$ （ r 为主要影响半径）的范围内，该范围称之为主要影响范围。连接主要影响范围边界点与开采边界的直线与水平线所成的 β 称为主要影响角。与主要影响半径 r 相比，主要影响角正切相对比较稳定，便于观测和比较。

$\text{tg } \beta$ 的大小主要取决于上覆岩层的岩性，一般情况下坚硬岩层的 $\text{tg } \beta$ 为 1.2-1.91，中硬岩层为 1.92-2.4，软弱岩层为 2.41-3.54，评价区覆岩类型属软弱型，本次计算主要影响角正切 $\text{tg } \beta$ 取值 2。

4) 开采影响传播角的确定

在充分采动的条件下，计算开采边界与地表沉陷盆拐点点的连线与水平线之间在采空区下山方向的夹角称为开采影响传播角。开采影响传播角与煤层倾角有密切的关系，变化规律为煤层倾角小于 45° 时随煤层倾角增大而减小，煤层倾角大于 45° 时随煤层倾角增大而增大。本区煤层倾角小于 45° ，平均倾角为 12° 。根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，本次计算取开采影响传播角 $\theta = 90^\circ - 0.68\alpha$ （ α 为煤层倾角）。

(4) 拐点偏移距的确定

拐点偏移距与上覆岩层岩性、采空区尺寸、采深和邻近采区的开采影响有关。本次计算拐点偏移距全部取值为 0。

综上，地表移动变形选取参数如下表 3-3：

表 3-3 地表移动与变形计算选取参数一览表

下沉系数 q	水平移动系数 b	主要影响正切角 $\text{tg } \beta$	开采影响传播角 θ	拐点偏移距 s
初次采动 $q=0.65$ 一次复采 $q=0.72$	0.30	2	$\theta = 90^\circ - 0.68\alpha$	$S=0$

(5) 地表移动与变形计算

本次计算采用概率积分法，利用上述计算参数对整个调查区内煤矿采空区引起的地表移动变形趋势及范围进行计算。

对于已经形成的采空区计算并绘制了调查区未来预测发生的地表下沉等值线图、倾斜变形等值线图、曲率变形等值线图、水平移动等值线图、水平变形等值线图等，如图 3-4~3-9。

三、现状评估结论

通过野外现场调查并分析相关资料，按照《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中的地质灾害危险性分级判别标准（见表 3-4）及地质灾害危害程度判别标准（见表 3-5），判定评估区内煤矿开采区局部区域现状地质灾害发育强，造成的危害程度大，评估其地质灾害危险性大（面积*km²）；评估区内煤矿开采区大部分区域现状地质灾害发育中等，造成的危害程度中等，评估其地质灾害危险性中等（面积*km²）；评估区其他区域现状地质灾害发育程度弱，造成的危害程度小，评估其地质灾害危险性小（面积*km²）。

表 3-4 地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

表 3-5

地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
大	≥ 10	≥ 500	≥ 100	≥ 500
中等	$> 3 \sim < 10$	$> 100 \sim < 500$	$> 10 \sim < 100$	$> 100 \sim < 500$
小	≤ 3	≤ 100	≤ 10	≤ 100
注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价				
注 2：险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价				
注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价				

第四章 地质灾害危险性预测评估

通过对评估区地质灾害危险性现状评估和规划区工程项目建设等资料的分析，对规划区内工程项目建设可能引发、加剧以及建设项目本身可能遭受的地质灾害进行分析与预测，力争在采取合理的防治措施后，使各类地质灾害能够得到有效的预防或避免。

一、工程建设可能引发或加剧地质灾害危险性预测评估

评估区地貌单元主要为丘陵和河流阶地。丘陵区域面积较小，植被比较发育，地形坡度多在 5°~20°之间，局部为 25°~40°，局部有开发建设；河流阶地多平坦开阔，以工业开发建设、市政设施建设、居民地以及农田为主。本次规划区将会有较多的待开发建设用地。评估区西北侧采矿人类工程活动较强烈，矿山开采形成的采空区可能引发新的地面塌陷地质灾害。同时在未来开发建设过程中人为开挖建筑基坑对地质环境的影响、破坏比较明显，可能会形成小型崩塌地质灾害，详见下述：

（一）规划区内工程建设可能引发地质灾害的论证

1、规划区内工程建设可能引发崩塌、滑坡等地质灾害的论证

按照本规划区未来初步开发利用发展方向，在未来的开发建设中，将有大量的建设项目开工建设。预测未来工程建设过程在局部高差较大区域进行建设前场地平整、建设高层建筑过程中的基坑开挖，均可能会形成斜坡岩土体裸露，引发斜坡岩土体崩塌，但结合评估区区域地貌为阶地及丘陵地貌的实际情况来看，未来形成的崩塌规模相对较小，主要威胁崩塌斜坡附近的建（构）筑物以及行人、车辆等，预测单点一次的崩塌灾害可能受威胁的人数少于 10 人，可能的直接经济损失小于 100 万元，地质灾害危害程度小。因此，预测各类工程建设可能引发崩塌地质灾害，其危害程度小，地质灾害危险性小。

2、规划区内工程建设可能引发地面塌陷地质灾害的论证

评估区放牛沟村和甘家村区域西北侧为放牛沟煤矿、放牛沟煤矿劳服一井和羊草沟煤矿一井，评估区内采空区面积****km²。

随着采空区范围的扩大及时间的延长，地表工程项目的建设的载荷增加，均有可能引发地面塌陷地质灾害，结合《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中的采空区塌陷危险性预测评估分级判别标准，工程建设在采空区范围内，预测引

发地面塌陷地质灾害的可能性大。

（二）规划区内工程建设可能加剧地质灾害的论证

根据现状评估结论，评估区采矿活动区外现状崩塌、泥石流等地质灾害不发育，本次只评价已有塌陷区工程建设加剧塌陷可能性。采矿活动区现状存在地面塌陷地质灾害，地质灾害危险性大，在未来规划区工程建设过程中，建设工程在地表扰动，增加地上荷载，对下部尚未沉陷稳定的局部区域可能加剧其地面塌陷的进程和规模，这主要取决于建设项目的具体类型、结构、基础形式等各种因素。故本次预测评估工程建设加剧地质灾害的可能性大，受威胁人数大于 100 人，造成的经济损失大于 500 万，地质灾害危害程度大，加剧地面塌陷地质灾害的危险性大。

表 4-1 采空塌陷危险性预测评估分级

工程建设引发或加剧采空塌陷发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
工程建设位于采空区及采空塌陷影响范围内,引发或加剧采空塌陷的可能性大	大	强	大
		中等	大
		弱	大
工程建设位于采空区范围内,引发或加剧采空塌陷的可能性中等	中等	强	大
		中等	中等
		弱	中等
工程建设临近采空区及其影响范围,引发或加剧采空塌陷的可能性小	小	强	中等
		中等	中等
		弱	小

二、建设工程自身可能遭受已存在地质灾害危险性预测评估

根据现状评估结论，评估区采矿活动区外现状崩塌、泥石流等地质灾害不发育，本次只对采矿活动区建设工程自身可能遭受已存在地面塌陷地质灾害危险性进行预测评估。

本次对评估区内收集到的龙家堡煤矿、羊草沟煤矿一井、放牛沟煤矿矿山开采资料进行分析计算，得出建设工程可能遭受地面塌陷地质灾害情况，并划分地质灾害危险性大小分级，分析及预测过程详见下述：

（1）预测矿山开采及采空区情况

根据本次现场调查情况，评估区内调查到的 3 处矿井除放牛沟煤矿政策性关闭外，其他煤矿均处在开采状态，具体开采预测情况详见表 4-2

表 4-2 评估区内地下开采矿山开采预测情况统计表

序号	矿山名称	开采状态	预测采空区面积 (km ²)	评估区内采空区面积 (km ²)	开采层数	最小采深 (m)	最大采深 (m)	平均采厚 (m)
1	龙家堡煤矿	正在开采	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2	羊草沟煤矿一井	正在开采	*****	*****	*****	*****	*****	*****
3	放牛沟煤矿	2016 年关闭	*****	*****	*****	*****	*****	*****
4	放牛沟劳服一井	2007 年关闭	*****	*****	*****	*****	*****	*****

根据本次调查及收集资料，评估区内调查到 3 处煤矿。见图 4-1。

（2）剖面法塌陷区预测分析

根据评估区内各矿山前期开采相关资料，塌陷范围计算中走向边界角、上山边界角及沉降系数，结合《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》，本次剖面法基岩段走向边界角、上山边界角及下山边界角均取 70°，第四系松散层段边界角均取 45°，沉降深*m，采空区地表影响区沉降宽度约*m。预测塌陷区面积将继续扩大至最终采空区范围外延*m。见图 4-1 至图 4-4：

（3）概率积分法预测塌陷分析

根据我国煤矿实际情况，在煤炭开采引起地表移动变形计算时，可采用典型曲线法、负指数函数法、概率积分法等计算方法。其中概率积分法以正态分布函数为影响函数。用积分式表示地表沉陷盆底，适用于常规的地表移动与变形计算，在我国应用最为广泛。本次评估工作对采空区引起的地表移动与变形计算同样选用概率积分法来进行计算，按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中倾斜煤层任意形状工作面线积分任意点地表移动变形计算规定的计算式，本次计算方法与现状评估一致，地表变形移动计算方法及参数选取原则详见现状评估章节，概率分析法分析结果详见图 4-5-图 4-10。

（4）采空区地表移动延续时间分析

在矿山开采之前，地下岩石处于相对静止状态，保持着岩石内部的应力平衡，

采矿工程实施中开掘的井筒、巷道、硐室、采场等工程，会使得一定范围内的原有应力状态受到破坏，引起岩层内部应力的重新分布，直至达到新的平衡。岩层内部应力形成新平衡的过程，是周围岩层乃至地表产生移动与变形的过程。

按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中的规定，地表集中移动延续总时间（即集中移动期）包括地表移动初期、活跃期和衰退期三个阶段。当地表下沉达到 10mm 时，即认为是地表移动的开始；地表下沉速度大于 50mm/月（煤层倾角小于 45°）或大于 30mm/月（煤层倾角大于等于 45°）的时期为地表移动活跃期；连续六个月地表下沉值累计不超过 30mm 时可认为地表移动期结束，从地表移动活跃期结束到地表集中移动期结束的阶段称为地表移动衰退期。

依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中规定，地表移动延续时间 T（单位“天”）按照下式计算，本次评估过程中考虑了煤田的实际开采深度情况，综合考虑最小开采深度与最大开采深度之间的移动关系，将开采深度 100m 至开采深度 1040m 导致地表移动延续总时间进行计算，最终得出结论详见表 4-3：

$$\text{当 } H_0 \leq 400\text{m 时, } T = 2.5H_0$$

$$\text{当 } H_0 > 400\text{m 时, } T = 1000 \exp(1 - 400/H_0)$$

式中—— H_0 为采空区平均采深。

开采深度 $H < 100\text{m}$ 时，地表移动延续总时间为 5~9 个月；

开采深度 $H = 100 \sim 300\text{m}$ 时，地表移动延续总时间为 12~23 个月；

开采深度大于 300~400m 时，地表移动延续总时间为 2~3 年。

开采深度大于 400~600m 时，地表移动延续总时间为 3~4 年。

开采深度大于 600~800m 时，地表移动延续总时间为 3.8~4.5 年。

开采深度大于 800~1000m 时，地表移动延续总时间为 4.5~5.0 年。

开采深度大于 1000~1200m 时，地表移动延续总时间为 5.0~5.3 年。

开采深度大于 1200~1420m 时，地表移动延续总时间为 5.3~5.6 年。

根据上述规律，并参照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》的相关规定，综合确定调查区地表集中移动延续总时间与煤层开采深度的关系见表 4-3。

表 4-3 评估区地表集中移动延续时间与煤层开采深度的关系

开采深度(m)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1420
移动延续总时间(月)	9	18	24	36	41	47	51	55	58	61	65	68
移动延续总时间(年)	0.75	1.5	2	3	3.4	3.8	4.2	4.5	4.8	5	5.3	5.6

(5) 地表突发性塌陷可能性分析

垮落带、裂缝带的发育高度主要与开采煤层的采厚、倾角、开采尺寸、覆岩岩性、顶板管理方式、重复采动程度等因素有关，由于本矿缺乏实测的采空区垮落带、裂缝带高度数据，因此采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》推荐的垮落带、裂缝带发育高度计算公式进行计算，计算结果满足工程需要的精度。

煤矿开采区矿井属于缓倾斜煤层开采，顶板覆岩岩性为中硬岩，根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中规定，当煤层顶板为硬质岩、软质岩或其互层时，厚煤层分层开采的垮落带最大高度可按下式计算：

$$H_m = \frac{100 \sum M}{4.7 \sum M + 19} \pm 2.2$$

裂缝带最大高度值按照下式计算：

$$H_{li} = \frac{100 \sum M}{1.6 \sum M + 3.6} \pm 5.6$$

式中 $\sum M$ ——为累计采厚。

由于此处矿井属于多层开采，此时断裂带最大高度执行以下规定：

1) 上下煤层的最小垂距大于回采下煤层的垮落带高度时，上下煤层的裂缝带最大高度，可按上、下层煤的厚度分别计算，并取其中标高最高者作为两层煤的裂缝带最大高度。

2) 下层煤的垮落带高度接触到或完全进入上层煤范围内时，上层煤的裂缝带最大高度应采用本层煤的开采厚度计算，下层煤的裂缝带高度应采用上、下层煤的综合开采高度计算，并应取其中标高最高者作为两层煤的裂缝带最大高度。

按照公式计算结果如下表 4-4-表 4-5：

矿区	平均煤层厚度 (m)	开采深度 (m)		垮落带高度 (m)	垮落带顶距基岩面最小厚度 (m)	裂缝带高度 (m)	裂缝带顶距基岩面最小厚度 (m)
		最小	最大				
龙家堡煤矿	****	****	****	****	****	****	****
羊草沟一井	****	****	****	****	****	****	****
放牛沟矿区	****	****	****	****	****	****	****
劳服一井	****	****	****	****	****	****	****

注：第四系沉积物厚度按照 20m 计算。

由表中数据可以看出，按照评价区煤层的平均开采厚度及最小采深计算，羊草沟一矿区域裂缝带已到达基岩面，依据最小采深和该处的真实采厚重新计算：

矿区	煤层厚度 (m)	开采深度 (m)	垮落带高度 (m)	垮落带顶距基岩面最小厚度 (m)	裂缝带高度 (m)	裂缝带顶距基岩面最小厚度 (m)
羊草沟一井	****	****	****	****	****	****

由表中数据可以看出，按照羊草沟一井煤层最小开采厚度及该处采深计算，羊草沟一井区域裂缝带已到达地表，判断羊草一井最小开采深度区域地表出现突发性塌陷的可能性大。

(6) 地面建筑物附加载荷对地基稳定性影响分析

1) 不同层数建筑物载荷影响深度计算

地面建筑物载荷的扰动时采煤沉陷区地基失稳的重要原因之一。地面建筑物的类型、基础型式、载荷大小不同，其作用于地基上的附加应力的分布形式、地基沉降量和地基扰动深度也不同。

依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》，地面建筑物载荷影响深度主要根据建筑物载荷产生的附加应力与地基自重应力之间的相互关系而定。对于开采沉陷区一般当地基中附加应力等于相应位置自重应力的 10% 时，可以忽略该深度处建筑物载荷产生的影响。当地表变形较为敏感时，也可将计算附加应力等于相应位置处自重应力的 5% 作为建筑物载荷影响深度的计算标准。

地基中的自重应力 σ_c 计算公式为：

$$\sigma_c = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i$$

式中：n—从天然地面到深度 z 处的岩土层数；

γ_i —第 i 层岩土的容重，kN/m³；

h_i —第 i 层土的厚度, m。

在工程实践中作用在地基上的载荷很少有集中应力的形式, 往往是通过基础分布在一定的面积上, 基底压力按均布载荷计算。在同一深度处地基中的附加应力值以中心点下为最大, 离中心线越远的点其附加应力值越小。

矩形竖直均布载荷作用下中心点下深度 z 处的附加应力 σ_z 为:

$$\sigma_z = \frac{2p}{\pi} \left[\frac{2mn(1+n^2+8m^2)}{\sqrt{1+n^2+4m^2}(1+4m^2)(n^2+4m^2)} + \arctan \frac{m}{n\sqrt{1+m^2+n^2}} \right]$$

$$m = \frac{l}{b} \quad n = \frac{z}{b}$$

式中, a_0 —矩形竖直均布载荷作用下中心点下方竖直应力分布系数;

P —均布载荷, KPa;

b —矩形基础的宽度, m;

l —矩形基础的长度, m;

z —计算点深度, m。

建筑物载荷影响深度 D_z 处的附加应力取自重应力的 10%。

根据上述分析, 建筑物载荷在地基中的影响深度主要与建筑物基础底面载荷和建筑物尺寸有关。在单位载荷一定条件下, 建筑物长宽越大, 其载荷的影响深度越大。为安全起见, 本次计算楼房按照长*m, 宽*m 取值。第四系土层厚度取*m, 土层平均容重为*kN/m³, 土层下方基岩的平均容重取*kN/m³。在计算中, 假设单层建筑物平均面积载荷为*kPa (计算地基附加应力时, 假设建筑物载荷均匀分布在整个建筑物面积内, 地下停车场和基础的载荷按两层建筑物平均面积载荷计算)。根据均布矩形载荷下方应力分布计算理论, 矩形中心点之下地基附加应力最大, 影响也最深。不同层高建筑物载荷影响深度如下表 4-6:

表 4-6 建筑物附加荷载最大影响深度计算表（1）

基底下深度（m）	10%自重应力（Kpa）	建筑物附加荷载（Kpa）							
		3 层	4 层	5 层	6 层	7 层	8 层	9 层	10 层
5	23.4	90.0	108.0	126.0	144.0	162.0	180.0	198.0	216.0
10	32.4	73.6	88.3	103.0	117.7	132.5	147.2	161.9	176.6
15	41.4	59.9	71.9	83.9	95.9	107.9	119.9	131.9	143.8
18	47.5	53.1	63.7	74.3	84.9	95.5	106.1	116.7	127.3
20	52.5	49.1	58.9	68.7	78.5	88.3	98.1	107.9	117.7
22	57.5		54.6	63.7	72.8	81.9	91.0	100.1	109.2
24	62.5			59.2	67.7	76.1	84.6	93.1	101.5
26	67.5				63.1	71.0	78.9	86.8	94.7
27	70.0					68.6	76.2	83.9	91.5
29	75.0						71.3	78.5	85.6
30	77.5							76.0	82.9
32	82.5								77.8
荷载影响最大深度（m）		20	22	24	26	27	29	30	32

表 4-7 建筑物附加荷载最大影响深度计算表（2）

基底下深度（m）	10%自重应力（Kpa）	建筑物附加荷载（Kpa）							
		11 层	12 层	13 层	14 层	15 层	16 层	17 层	18 层
30	77.5	89.8	96.7	103.6	110.5	117.4	124.3	131.2	138.1
32	82.5	84.3	90.8	97.3	103.7	110.2	116.7	123.2	129.7
33	85.0	81.7	88.0	94.3	100.6	106.9	113.2	119.5	125.7
34	87.5		85.4	91.5	97.6	103.7	109.8	115.9	122.0
35	90.0			88.8	94.7	100.6	106.5	112.5	118.4
36	92.5				91.9	97.7	103.4	109.2	114.9
37	95.0					94.9	100.5	106.1	111.6
39	100.0						94.9	100.2	105.4
40	102.5							97.4	102.5
41	105.0								99.7
荷载影响最大深度（m）		33	34	35	36	37	39	40	41

由上表可以看出，3 层楼房的荷载最大影响深度为 20m，6 层楼房荷载最大影响深度为 26m，9 层楼房荷载最大影响深度为 30m，11 层楼房荷载最大影响深度为 33m，16 层楼房荷载最大影响深度为 39m，18 层楼房荷载最大影响深度为 41m。

（7）建设场地要求的开采深度计算

地面建筑物附加载荷对采煤沉陷区地基的稳定性是否产生影响，主要考虑附加载荷的影响深度与采空区覆岩裂缝带顶部之间是否有一定的安全距离。因此要保证裂缝带岩体不受建筑物附加载荷的影响，保持地基的稳定性，建设场地要求的开采深度应满足如下条件：

$$H \geq H_{li} + H_j + H_b$$

式中：H——建设场地要求开采深度，m；

H_{li} ——采空区覆岩断裂带高度，m；

H_j ——建筑物载荷最大影响深度，m；

H_b ——建筑物载荷最大影响深度与采空区断裂带顶部之间的安全保护层厚度，m。

考虑到采动破损覆岩“活化”沉降问题的复杂性，为保证采煤沉陷区新建建筑物的安全可靠，建筑物载荷影响深度和裂缝带的发育高度之间安全保护层厚度 H_b 取 2 倍的建筑物载荷影响深度，即 18 层楼载荷最大影响深度为 41m，安全保护层厚度取 82m。以 6 层建筑物为例，从拟建建筑物载荷是否影响地层稳定性角度考虑，分析得出作为建设用地的适宜性结果见下表 4-8。

表 4-8 建设场地要求的开采深度计算表

矿区	最小开采深度(m)	裂缝带高度(m)	裂缝带顶距基岩面最小厚度(m)	载荷影响深度(m)	保护层厚度(m)	要求最小开采深度(m)	备注
龙家堡煤矿	****	****	****	****	****	****	以 6 层建筑为例
羊草沟一井	****	****	****	****	****	****	
放牛沟煤矿	****	****	****	****	****	****	
劳服一井	****	****	****	****	****	****	

由上表可知，评价区内大部分地段可以修建 6 层建筑物，建筑物附加载荷不会影响地基的稳定性。只有羊草一矿和放牛沟煤矿劳服一井部分区域不适宜修建*层建筑物。

根据上述各变形等值线图，结合《煤矿采空区岩土工程勘察规范》GB51044-2014 中表 2 采空区影响下的地表变形分级标准（表 4-9），综合将评估区划分为四级变形区，依据上述评估原则及量化标准，结合地表移动与变形计算结果，II 级、III 级、IV 级变形区采空塌陷发育程度中等-强，危害程度大，危险性大，评估区内面积约为

*km²；I级变形区采空塌陷发育程度弱，危害程度中等，危险性中等，评估区内面积约为*km²；其他区域未受采空区影响，发生地质灾害可能性小，危险性小。将评价区地质灾害危险性进行分区，见表4-9：

表4-9 采空区影响下的地表变形分级表

地表变形分级	预计地表变形值指标（最大值）			备注
	ϵ (mm/m)	i (mm/m)	K ($\times 10^{-3}/m$)	
I	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 0.2	三项指标同时具备
II	≤ 4.0	≤ 6.0	≤ 0.4	三项指标至少具备其一
III	≤ 6.0	≤ 10.0	≤ 0.6	
IV	> 6.0	> 10.0	> 0.6	

因此，按照《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中的房屋建（构）筑物遭受地质灾害危险性预测评估分级判别标准，预测规划区内煤矿开采区域各类工业与民用建筑工程自身遭受II级、III级、IV级变形区变形产生的地面塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大，预测其地质灾害危险性大；各类工业与民用建筑工程自身遭受I级变形区缓慢变形产生的地面塌陷地质灾害的危害程度中等，危险性中等；煤矿开采影响范围外区域遭受地质灾害的可能性小，地质灾害危险性小，见表4-10。

表4-10 房屋建（构）筑物遭受地质灾害危险性预测评估分级

建设工程遭受地质灾害的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
建设工程位于地质灾害影响范围内，遭受地质灾害的可能性大	大	强	大
		中等	大
		弱	中等
建设工程临近地质灾害影响范围，遭受地质灾害的可能性中等	中等	强	大
		中等	中等
		弱	小
建设工程位于地质灾害影响范围外，遭遇地质灾害的可能性小	小	强	中等
		中等	小
		弱	小

三、预测评估结论

充分考虑评估区内现状地质灾害弱发育的情况以及其内规划建设工程用地所处的地形地貌环境和建设用地整平的实际需求，预测在评估区内工程建设引发或加剧崩塌、泥石流等地质灾害的可能性小，危害程度小、地质灾害危险性小；建设工程自身遭受崩塌、泥石流等地质灾害的可能性小，危害程度小、地质灾害危险性小；

预测评估区内矿山继续开采、工程建设增加荷载导致引发或加剧地面塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大、发育程度由强到弱，确定II级、III级、IV级变形区内引发和加剧地面塌陷地质灾害危险性大，I级区引发和加剧地质灾害危险性中等；

预测规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级变形区地面缓慢变形产生的塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大，预测其地质灾害危险性大；规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受Ⅰ级变形区地面缓慢变形产生的塌陷地质灾害的危害程度中等，危险性中等、评估区其他区域遭受地质灾害的可能性小、危险性小。

第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定

（一）地质灾害危险性综合评估原则

地质灾害危险性综合分区评估是根据“区内相似、区际相异”及两种以上灾害就重不就轻的原则来进行工程建设区地质灾害危险性等级分区。因此，在地质灾害危险性现状及预测评估级别、分布范围等采用取高取大的原则作为整个评估区的地质灾害危险性综合分区评估依据。

（二）量化指标的确定

根据前述地质灾害危险性现状评估、预测评估，按照《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T 0286-2015)中的地质灾害危险性分级判别标准（见表 5-1）及地质灾害危害程度判别标准（见表 5-2），结合评估区内崩塌、地面塌陷地质灾害威胁人数、可能造成的直接经济损失，确定本次评估量化指标。

表 5-1 地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

表 5-2 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价
 注 2：险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价
 注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价

二、地质灾害危险性综合分区评估

综合分析本项目评估区的地质环境条件，结合地质灾害现状评估和预测评估结论。根据上述评估原则与确定量化指标的依据（见综合评估区段划分表 5-1），将评估区内的地质灾害危险性进行叠加分析，公式如下：

$$G = G_{\text{现}} \cup \max G_{\text{预}}$$

式中：G~地质灾害危险性综合等级

$G_{\text{现}}$ ~现状地质灾害危险性等级

$G_{\text{预}}$ ~预测地质灾害危险性等级

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果，充分考虑评估区的地质环境条件及规划区内各类建设工程特征，按照地质灾害危险性分级标准，对评估区地质灾害危险性进行综合评估，将评估区地质灾害危险性综合评估等级确定为地质灾害危大、地质灾害危险性中等和地质灾害危险性小三个级别，并将评估区划分为地质灾害危险性大区（面积* km^2 ）、地质灾害危险性中等区（面积* km^2 ）、地质灾害危险性小区（面积* km^2 ）三个危险性分区，见表 5-1 和附图地质灾害危险性综合分区评估图。

三、建设用地适宜性分区评估

（一）评价方法

根据《岩土工程勘察规范》和《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》对采煤沉陷区是否适宜进行工程规划与建设的相关规定，结合我国在采煤沉陷区内兴建建筑物的实践经验，并考虑采煤沉陷区地表移动衰退期结束后的残余变形持续时间较长的特点，采煤沉陷区建设用地的适宜性分为 A、B、C 三类，其内容及指标如下：

A 类地段：适宜建设场地

- (1)地表移动处于残余变形期的地段；
- (2)地表残余变形值在建筑物 I 级损坏变形指标以内的地段；
- (3)地表不存在产生非连续变形和塌陷的隐患；
- (4)建筑物荷载影响深度不波及到采空区顶板覆岩裂缝带的地段。

凡同时具备上述条件的场地可视为适宜建设场地。考虑采煤沉陷区内的残余变形存在，建议对新建建筑物采取适当抗变形结构措施。

B 类地段：基本适宜建设场地

- (1)地表移动处于衰退期或残余变形期的地段；
- (2)地表变形值达到建筑物 II 级和 III 级损坏变形指标的地段；
- (3)建筑物荷载影响深度不波及到采空区顶板覆岩裂缝带的地段。

凡同时具备上述条件的场地可视为基本适宜建设场地，需在采取一定防治措施条件下可作为建设场地。

C 类地段：不适宜（或暂不适宜）建设场地

- (1)地表可能会产生塌陷坑、台阶、地裂缝等非连续变形的地段；
- (2)地表移动尚处于活跃期的地段；
- (3)地表变形值超过建筑物 IV 级损坏变形指标的地段；

(4)受地表沉陷诱发山体滑坡威胁的地段；

(5)地表沉陷后常年积水的地段。

凡具备上述条件之一的场地可视为不适宜或暂不适宜建设场地。

（二）建设用地适宜性分区评估

现状评估评估区内采空区引发现状地面塌陷地质灾害危害程度大，发育程度弱，地质灾害危险性中等。评估区其他区域现状地质灾害危害程度小，地质灾害危险性小。

预测评估

1、可能引发、加剧和遭受崩塌、泥石流等地质灾害预测

预测评估充分考虑评估区内现状崩塌、泥石流等地质灾害发育的情况以及其内规划建设工程用地所处的地形地貌环境和建设用地整平的实际需求，预测在评估区内工程建设引发或加剧崩塌、泥石流等地质灾害的可能性小，危害程度小、地质灾害危险性小；建设工程自身遭受现有崩塌、泥石流等地质灾害的可能性小，危害程度小、地质灾害危险性小；

2、可能引发、加剧和遭受地面塌陷地质灾害预测

预测评估区内矿山继续开采、工程建设增加荷载导致引发或加剧地面塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大、发育程度由强到弱，确定Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级变形区内引发和加剧地面塌陷地质灾害危险性大，Ⅰ级区引发和加剧地质灾害危险性中等；

预测规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级变形区地面缓慢变形产生的塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大，预测其地质灾害危险性大；规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受Ⅰ级变形区地面缓慢变形产生的塌陷地质灾害的危害程度中等，危险性中等。评估区其他区域遭受地质灾害的可能性小、危险性小。

根据地质灾害危险性综合分区评估结果、本区域的规划开发建设的实际情况及建设用地适宜性评价方法，确定规划区范围内的地质灾害危险性大区的建设用地适宜性整体为适宜性差（C类地段，面积约*km²），规划区范围内的地质灾害危险性中等区的建设用地适宜性整体为基本适宜（B类地段，面积约*km²），规划区其他区域地质灾害危险性小区的规划建设用地适宜性整体为适宜（A类地段，面积约*km²），详见附图。

四、防治措施

为确保本次评估区内的规划用地的工程建设安全和用地使用安全，本着标本兼治、预防为主的原则，针对上述地质灾害危险性综合评估结果，建议规划区内的工程建设项目的入区单位或相关管理机构应采取相应的地质灾害防治措施。

1、适宜性差建设区应予以避让。

2、在这次进行工程项目的修建性详细规划工作中，应结合建设用地的地形起伏特点，

预测场地平整可能形成的人工斜坡位置、高度，保证各种建（构）筑物及配套服务设施与人工斜坡保持适当距离。在确保斜坡稳定的情况下，一般应与斜坡坡脚的距离大于1倍的斜坡高度。

3、对于工程建设中及建成后，建设用地内及周围邻近地带出现人工斜坡（包括地下工程的基坑边坡）时，应进行稳定性评价和边坡防治工程勘查设计，采取相应的维护措施或实现安全坡率。对于区内雾开河及放牛沟河的岸边斜坡应结合防洪要求进行边坡稳定性设计和实施，保证斜坡安全稳定。同时尚应在雨季加强监测，并做出相应的预警和应急方案。

4、对于工程建设中，因场地平整或施工需要产生的弃土应尽可能合理利用，或按规划区管理要求堆放到指定地点，防止可能产生新的安全隐患。

5、在区内相对高差较大区域内进行工业或民用项目开发建设时，应清除可能存在的松散土体，禁止堆放新的松散土体，并做好地面排水设施，防止发生泥石流灾害。

6、区内各类开发项目在工程施工完成后应及时进行地面硬化、地表绿化，恢复自然环境。

7、对于尚未产生地面塌陷的采空区地段，宜作为建设用地适宜性差区，工程建设应采取避让措施，避开该区域。

8、在建设用地基本适宜区及适宜性差区进行的工程建设的，应在建设前做好煤矿采空区、地面塌陷灾害专项勘察（工程勘察不可替代），查明具体采空区及地面塌陷灾害发育情况，并在设计阶段采取必要防治措施。

第六章 结论与建议

一、结论

通过对九台区东湖街道规划区进行地质灾害危险性评估工作，得出如下结论：

1、本规划区的地质灾害评估项目的类别为村镇规划区，属于重要建设项目，评估区地质环境条件复杂程度确定为复杂，地质灾害危险性评估级别确定为一级。

2、现状评估区内煤矿开采区局部区域现状地质灾害发育强，造成的危害程度大，评估其地质灾害危险性大；评估区内煤矿开采区大部分区域现状地质灾害发育中等，造成的危害程度中等，评估其地质灾害危险性中等；评估区其他区域现状地质灾害发育程度弱，造成的危害程度小，评估其地质灾害危险性小。

3、预测评估区内矿山继续开采、工程建设增加荷载导致引发或加剧地面塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大、发育程度由强到弱，确定Ⅱ级、Ⅲ、Ⅳ级变形区内引发和加剧地面塌陷地质灾害危险性大，Ⅰ级区引发和加剧地质灾害危险性中等。

4、预测规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级变形区地面缓慢变形产生的塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大，预测其地质灾害危险性大；规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受Ⅰ级变形区地面缓慢变形产生的塌陷地质灾害的危害程度中等，危险性中等。评估区其他区域遭受地质灾害的可能性小、危险性小。

5、根据地质灾害危险性综合分区评估结果、本区域的规划开发建设的实际情况及建设用地适宜性评价方法，规划区范围内的地质灾害危险性大区的建设用地适宜性整体为适宜性差（C类地段，面积约*km²），规划区范围内的地质灾害危险性中等区的建设用地适宜性整体为基本适宜（B类地段，面积约*km²），规划区其他区域地质灾害危险性小区的规划建设用地适宜性整体为适宜（A类地段，面积约*km²）。

二、建议

为确保本评估区内的规划用地的工程建设安全和用地使用安全，本着标本兼治、预防为主的原则，针对本次地质灾害危险性综合评估结果，对区域内的相关机构和项目提出如下地质灾害防治建议：

1、进入规划区进行工程建设的项目，在修建性详细规划设计工作中，应充分考虑建设用地平整可能形成的人工斜坡引发崩塌地质灾害的影响。保证各种建（构）筑物及配套服务设施与人工斜坡保持适当安全距离。

2、对于工程建设中及建成后，建设用地内及周围邻近地带出现人工斜坡（包括地下工程的基坑边坡）时，应进行稳定性评价和边坡防治工程设计及实施，同时应在雨季加强

监测。

3、对于工程建设中，因场地平整或施工需要产生的弃土应合理利用或按管理要求堆放到指定地点。

4、在区内进行工业或民用项目开发建设时，应清除可能存在的人工堆积松散土体，禁止堆放新的松散土体，并做好地面排水设施。

5、各类开发项目在工程施工完成后应及时进行地面硬化、地表绿化，恢复并保护自然环境。

6、对于尚未产生地面塌陷的采空区地段，宜作为建设用地适宜性差区，工程建设应采取避让措施，避开该区域。

7、适宜性差建设区域建议避让。

8、在建设用地基本适宜区及适宜性差区进行的工程建设的，应在建设前做好煤矿采空区、地面塌陷灾害专项勘察（工程勘察不可替代），查明具体采空区及地面塌陷灾害发育情况，并在设计阶段采取必要防治措施。