

长春市九台区九台街道、营城街道、
九郊街道(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

长春市九台区九台街道、营城街道、 九郊街道（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：许传福 李国峰 王飞际

资 质 证 书：地质灾害危险性评估甲级

证 书 编 号：222019110206

提 交 日 期：二〇二一年九月

目 录

前 言	1
一、任务由来	1
二、评估依据	1
三、主要任务和要求	2
第一章 评估工作概述	4
一、评估项目规划区范围及规划布局概况	4
二、以往工作程度	5
三、工作方法及完成工作量	6
四、评估范围与评估级别的确定	7
五、评估的地质灾害类型	9
第二章 地质环境条件	11
一、区域地质背景	11
二、气象、水文	11
三、地形地貌	12
四、地层岩性	13
五、地质构造	14
六、岩土类型及工程地质性质	16
七、水文地质条件	17
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	20
一、地质灾害类型特征	20
二、地质灾害危险性现状评估	21
三、现状评估结论	46
第四章 地质灾害危险性预测评估	47

一、工程建设中、建成后可能引发或加剧地质灾害危险性预测评估	47
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	49
三、预测评估结论	59
第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	60
一、地质灾害危险性综合评估原则与量化指标的确定	60
二、地质灾害危险性综合分区评估	60
三、建设用地适宜性分区评估	61
四、防治措施	63
第六章 结论与建议	64
一、结论	64
二、建议	65

附图：

- 1、长春市九台区九台街道、营城街道、九郊街道（规划区）地质灾害分布与实际材料图（1:20000）；
- 2、长春市九台区九台街道、营城街道、九郊街道（规划区）地质灾害危险性综合分区评估图（1:20000）；
- 3、长春市九台区九台街道、营城街道、九郊街道（规划区）地貌地质图（1:20000）。

附表：

- 1、规划区范围拐点坐标表。

附件：

- 1、地质灾害危险性评估资质证书；
- 2、专家审查意见。

前 言

一、任务由来

九台区九台街道、营城街道、九郊街道地处九台区中部，东与土门岭街道接壤，西南与龙嘉镇相连，北与兴隆街道、苇子沟街道交界，九台区人民政府驻地在此区域内，九台区人民政府拟对九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）按照城区规划区、城郊融合村庄、集聚提升村庄进行开发建设，本区域在《长春市九台区地质灾害防治“十三五”规划》中部分处于地质灾害高易发区内，少部分处于地质灾害不易发区内。

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城区规划区、九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）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城区规划区、九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）约172.25km²区域的地质灾害危险性评估工作。

二、评估依据

本次评估工作的主要依据：

（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、《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)；

3、《吉林省地质灾害防治规划》（2015-2020 年）；

4、《长春市九台区地质灾害防治“十三五”规划（2016-2020）》2018 年；

5、《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)；

6、《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）。

（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 万农安幅地质调查报告》吉林省区域地质调查大队；

2、《1: 50 万吉林省环境地质调查报告》吉林省地调院；

3、《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；

4、《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；

5、《长春市九台区地质灾害防治“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。查明九台区九台街道、营城街道、九郊街道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；对九台区九台

街道、营城街道、九郊街道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，严格按照中华人民共和国国土资源部《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九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）约 172.25km² 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，并提供给九台区九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）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区域内各建设项目的工程地质勘察或有关专项评价工作。

本评估成果中提出的本用地区域及周边的地质灾害易发程度分区图中的界线局部复核调整是对《长春市九台区地质灾害防治“十三五”规划》中城区规划区、九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）地质灾害易发程度分区图在本区域的局部复核细化，更符合本区域的地形地貌及地质灾害调查的实际。

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

评估区东与土门岭街道接壤，西南与龙嘉镇相连，北与兴隆街道、苇子沟街道交界，九台区人民政府驻地在此区域内，九台区人民政府拟对城区规划区、九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）按照城区规划区、城郊融合村庄、集聚提升村庄进行开发建设。故本次地质灾害危险性评估工作区域为以上区域，面积约172.25km²。

评估项目的地理坐标（CGCS2000）：

东经：*****_*****

北纬：*****_*****

本次评估的九台街道、营城街道、九郊街道位于九台市城区南北两侧，铁路主要为长（春）—图（们）线，公路主要为S001 九台—德惠、S212 九台—上河湾县、G229 四舒线公路、S101 长吉北线工作等多条公路交通十分便利。见图 1-1。

图 1-1 项目区域交通位置图

（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

本次评估的九台区九台街道（向阳村、东山村、后小屯村）、营城街道（营城村、火石岭村）、九郊街道（莲花泡村、马家岗子村，新河村、小河沿子村、

杨家村、聂家村、吴家店村、杨木林子村、唐家村、沿河村）按照城区规划区、城郊融合村庄、集聚提升村庄进行开发建设，规划用地范围不规则，其用地面积约为 172.25km²，属于九台区九台街道、营城街道、九郊街道的部分区域。本次评估区域规划用地范围的主要拐点坐标详见表 1-1，项目全部拐点坐标详见附表。

表 1-1 规划区范围主要拐点坐标表

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	21	*****	*****
2	*****	*****	22	*****	*****
3	*****	*****	23	*****	*****
4	*****	*****	24	*****	*****
5	*****	*****	25	*****	*****
6	*****	*****	26	*****	*****
7	*****	*****	27	*****	*****
8	*****	*****	28	*****	*****
9	*****	*****	29	*****	*****
10	*****	*****	30	*****	*****
11	*****	*****	31	*****	*****
12	*****	*****	32	*****	*****
13	*****	*****	33	*****	*****
14	*****	*****	34	*****	*****
15	*****	*****	35	*****	*****
16	*****	*****	36	*****	*****
17	*****	*****	37	*****	*****
18	*****	*****	38	*****	*****
19	*****	*****	39	*****	*****
20	*****	*****	40	*****	*****

二、以往工作程度

九台区九台街道、营城街道、九郊街道处于九台区城区周围，该区域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：

- 1、《1：20 万农安幅地质调查报告》吉林省区域地质调查大队；
- 2、《1：50 万吉林省环境地质调查报告》吉林省地调院；
- 3、《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；
- 4、《1:10 万吉林省九台市地质灾害调查与区划报告》，吉林省地质环境监测总站；
- 5、《吉林省营城矿区采煤沉陷区综合治理方案》中煤国际工程集团沈阳设

计研究院；

6、《吉林省宇光能源股份有限公司九台营城矿业分公司矿山地质环境保护与恢复治理方案》吉林省水利水电勘测设计研究院；2012年2月；

7、《吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》吉林省玉堂科技有限公司；2019年3月；

8、《吉林省宇光能源股份有限公司九台营城矿业分公司矿产资源开发利用方案说明书（修改本）》长春煤炭设计研究院；2012年2月；

9、《吉林省九台市营城煤矿生产勘探报告》，吉林省煤田地质勘察设计研究院；2011年10月；

10、营城煤矿2021年7月份井下开采平面图；

11、《吉林省长春市军鑫煤矿核查单元资源储量调查报告》，吉林省第一地质调查所；2010年10月；

12、《营城煤田尚家一井最终地质勘探报告》吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一一二队，1964年9月；

13、《营城煤田尚家二井补充勘探报告》吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一一二队，1964年9月；

14、《营城煤田尚家一号井补充地质报告·舒兰煤田舒兰街精查汇总地质报告》吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一〇二队，1969年12月；

15、《吉林省营城煤田营十区精查地质报告》吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一一二队，1959年11月；

16、《营城煤田营十浅部精查地质报告》吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一一二队，1960年3月；

17、《营城煤田十井补充勘探最终地质报告》吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一一二队，1963年12月。

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日搜集有关资料，分析研究各类资料，结合对本区域最新卫星遥感影像图的初步解译和图中显示的道路交通信息以及《地质灾害危险性评估规范》对地质环境条件调查和地质灾害调查的要求，设计

了调查路线及调查点；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。

自接受九台区九台街道、营城街道、九郊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，针对评估区范围内的煤矿采空区地段、自然斜坡区段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地面塌陷。

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。

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），并编制《长春市九台区九台街道、营城街道、九郊街道（规划区）区域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1-2。

表 1-2 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)	地质环境调 查点(个)	地质灾害调 查点(个)	调查访问 人·次	收集资料 (份)
工作量	91.96	212.07	51	10	45	15

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

九台区九台街道、营城街道、九郊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，确定评估范围以规划区规划用地边界为基准，结合区内及周边的地形地貌为二级阶地（台地）的实际情况，考虑评估区周边地形地貌、河流等地质界限因素，向外扩大 50-500m 确定评估范围，评估区面积为 212.07km²。

（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城郊融合村庄、城区规划区、集聚提升村庄，考虑项目区范围大部分分布在九台城区范围内，本次参照城市规划区划分。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 1-3），本评估项目属于重要建设项目。

表 1-3 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松花江河流阶地，地形坡度主要在 5°~15°之间，局部偏陡。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，评估区北部向阳村、新河村、沿河村及小河沿村部分区域位于吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿矿区范围内，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 1-4。

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 1-5），确定九台区九台街道、营城街道、九郊街道地质灾害危险性评估级别为一级。

表 1-4 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Ⅷ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 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 1-5 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

九台区九台街道、营城街道、九郊街道处于《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内，评估北侧向阳村、东山村、新河村、沿河村、小河沿子村位于吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿矿区范围内。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吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿及周边以往煤矿采煤形成的采空区对地表造成的地面塌陷地质灾害及未来工程建设过程中场地平整、边坡削坡造成的陡坎可能引发崩塌地质灾害情况进行分析评估。故本次评估地质灾害类型为地面塌陷及崩塌。

第二章 地质环境条件

一、区域地质背景

区域构造：项目位于吉黑褶皱系(I)、松辽中断陷(II)、东南隆起带(III)，九台—长春凹起的东南边缘。

区域地层岩石：评估区地层分布主要为白垩系下统营城组（K_{1y}）、白垩系上统青山口组（K_{2qn}）、新生界第四系冲洪积层（Q_{4^{al}}）。

地震：据现有资料，长春市九台区近年来未发生过大的破坏性地震，仅在临近的永吉县 1937 年 6 月 11 日的缸窑 5 级地震波及本区。

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），本区处于长春市九台区九台街道、营城街道、九郊街道，其抗震设防烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度值为 0.10g。

二、气象、水文

（一）气象

本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℃，极端最高气温 37.8℃，（2001 年 6 月 4 日），极端最低气温 -37.9℃；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

评估区主要河流为饮马河、杨家河、小南河，详细叙述如下：

饮马河：

饮马河为第二松花江支流，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 18000km²。九台段长 62km（由石头口门到九台、德惠交界处），流域面积 1350.8km²，多年平均迳流量 12362.09×10⁴m³，河道平均坡降 0.62‰，河流呈南北走向。

杨家河：

杨家河源头位于九台区大屯南沟东侧的四岩顶子低山区，由东向九台市区流动，全长 20.44km，属季节性河流。

小南河：

小南河（又名秦家窝堡河）发源于东部的大马虎头山，经土们岭、营城、九台市流入饮马河，全长 28.7km，流域面积 314km²，属季节性河流，年平均流量 0.35~1.28m³/s。该流域无较大洪水，洪水主要由暴雨所致，降雨主要集中在 6~9 月份，大暴雨多发生在 7~8 月份，洪水涨落较慢，涨落过程一般为 2~3 天。

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。全区有松花江、饮马河、沐石河、雾开河等 4 条主要江河，随着地势走向，均由南向北，流入德惠境内，由此四大流域，形成了广阔的冲积平原。全区地形最低点是庆阳乡新开村马家营子屯，海拔 160.5m。地表结构大体上是“三山、一水、六分田”的状况。九台区土地为低山丘陵和平原两大类。

（二）评估区地形地貌特征

1、地形

九台区九台街道、营城街道、九郊街道位于九台城区内，地形坡度较缓，多在 5-15°左右。评估区地表高程在 180m-280m 左右，最低点位于评估区最西部海拔高程为 180m，最高点北部的苇子沟村海拔高程为 280m。

2、地貌

评估区地貌类型主要为河流阶地地貌及丘陵地貌，分述如下：

1) 河流阶地地貌

主要分布评估区西侧，位于饮马河流域的河流阶地内，地貌成因类型主要为河流侵蚀堆积，形态类型主要为河谷平原、形态单元为一级阶地、二级阶地，海

拔标高 180-200m 左右，宽度 200-1000m 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。

2) 丘陵地貌

主要分布于评估区东北侧及东南侧，地貌成因类型主要为构造剥蚀，形态类型主要为构造剥蚀丘陵、形态单元为丘陵，海拔标高 200-280m 左右，地层主要为白垩系下统营城组砾岩、砂岩及白垩系上统青山口组暗色泥岩为主。

区内地貌按成因类型、成因形态及形态单元三级划分为丘陵状台地、一级阶地及二级阶地，见表 2-1。

表 2-1 评估区内地貌类型

成因类型	成因形态	形态单元	代号	特征
堆积地形	河谷平原	二级阶地	I ₂	主要分布评估区中部，位于饮马河流域的河流阶地内，界线较明显，海拔标高 190-200m 左右，宽度 200-600m 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。
		一级阶地	I ₁	主要分布评估区西侧，位于饮马河流域的河流阶地内，界线明显，海拔标高 180-190m 左右，宽度 400-1000m 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。
剥蚀堆积地形	丘陵台地	丘陵	II	主要分布于评估区东北侧及东南侧，呈丘陵状起伏，前缘界限明显，高出河流阶地 20-80m，海拔标高 200-280m 左右，地层主要为白垩系下统营城组砾岩、砂岩及白垩系上统青山口组暗色泥岩为主。

四、地层岩性

评估区地层分布主要为白垩系下统营城组（K_{1y}）、白垩系上统青山口组（K_{2qn}）、新生界第四系冲洪积层（Q_{4^{al}}）。

（一）中生代白垩系（K）

1、白垩系下统营城组（K_{1y}）

该地层厚度 1000-1500m，砾岩、砂岩、泥岩夹煤层。地层岩性在上中下部有部分差别，上部为灰绿色泥岩与红色砂岩互层；中部为棕红色块状，泥灰及粉砂质泥岩；下部为紫红色与灰绿色泥岩互层，其中夹介形虫泥灰岩及铁矿质条带。

2、白垩系上统青山口组（K_{2qn}）

青山口组时期是湖盆较发育时期，主要发育浅湖、半深湖-深湖相沉积。青山口组的沉积物整体以暗色泥岩沉积为主，可划分为三段。青一段时期为湖泛初期，湖泊范围较大，有机质来源充足，是松辽盆地重要的烃源岩层，也是松辽盆地油页岩发育的主要层位。青二、三段时期，湖泛减弱，可容空间减小，沉积物颜色变浅，粒度变粗。在盆地中央，青山口组与下伏的泉头组整合接触，向盆地边缘逐渐过渡为不整合接触。

（二）新生界第四系（Q）

1、新生界第四系全新统冲积层（Q_{4^{al}}）

主要分布于饮马河河谷的河流阶地及漫滩地貌上。岩性上部为黄褐色或灰黄色粉土及粉质粘土，不均匀分布有粉砂或细砂，厚度 4—10m；下部为杂色砾砂、砾卵石、卵石，粒径一般 5—20cm，厚度变化较大，一般为 5-10m，最大厚度达 20m。本规划区的中部分布有较大面积的全新统冲积层。

五、地质构造

九台区自古生代以来，经历了多次地壳活动，区域上形成了规模不等、性质不同的一系列断裂构造及褶皱构造。断裂构造主要表现为规模不等的北东向、北西向及近东西断层分布。

本区位于松辽中断陷东南隆起带，九台-长春凸起的东部边缘，区内主要构造有向斜构造和断裂构造介绍如下：

（一）向斜构造

九台盆地是一个近对称的向斜盆地，该向斜具开阔宽缓特征。盆地轴部位于评估区西北部，长轴走向 57°，延展长度约为 7.50km；短轴走向 122°，延展长度约为 7.00km；长短轴比例为 1.07。

在南部为一宽缓小型背斜，轴向为北西-南东向，并发育有次一级的宽缓褶皱，地层和煤层倾角不大，倾角 6°~15°。

（二）断裂构造

根据以往物探资料和评估区内主要由两组断裂构造组成，一组为北东向展布的张性正断层，一组为近东西向展布的张性正断层，其中北东向展布的一组断裂为主要断裂构造，近东西向展布的为次一级构造，各断层性质分述如下：

1、F1 断层

位于评估区的西部，推断为饮马河深大断裂，以往二维地震有控制，张性正断层，评估区内部分走向 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，倾向 $270^{\circ}\sim 335^{\circ}$ ，落差及延展长度不详，为未查明断层。

2、F2 断层

位于本区西部，九台矿区边界处，为张性正断层，走向 $17^{\circ}\sim 58^{\circ}$ ，倾向 $287^{\circ}\sim 328^{\circ}$ ，倾角 30° 左右，延展长度大于 8km，落差 0~385m，由西北向东南断距逐渐减小至尖灭，为查明断层。

3、F3 断层

位于评估区西部，为张性正断层，断层走向约为 27° 转近南北(有摆动)，倾向约为 117° ，落差 80~90m，延展长度大于 12.00km，以往二维地震有所控制，为基本查明断层。

4、F4 断层

位于评估区西南部，为隐伏正断层，南部走向 25° ，北部走向 35° ，倾向 125° ，倾角 61° ，落差约 40~80m，向北逐渐尖灭，由剖面以及以往二维地震所控制，为基本查明断层。

5、F5 断层

位于评估区西南部，为隐伏正断层，走向 28° ，倾向 118° ，倾角 63° 落差约 35m，延展长度只有 0.6km 左右，由剖面及以往二维地震所控制，为基本查明断层。

6、F6 断层

位于评估区西北部九台盆地的中心部位，为张性正断裂，走向约为 $38^{\circ}\sim 100^{\circ}$ ，倾向 $10^{\circ}\sim 308^{\circ}$ ，延展长度 4.50km，落差 150~250m，为以往二维地震所控制，为未查明断层。

7、F7 断层

位于评估区北部，张性正断裂，走向约为 103° ，倾向 193° ，延展长度 7.30km，落差约为 240m，为以往二维地震所控制，为未查明断层。

表 2-2 评估区内构造分布情况表

断层编号	性质	产状	落差（m）	确定依据	可靠程度
F1	正断层	走向 10°~25° 倾向 270°~335°	不详	二维地震	未查明
F2	正断层	走向 17°~58° 倾向 287°~328°	0~385	二维地震	查明
F3	正断层	走向 37°倾向 110°	100~150	地震	基本查明
F4	正断层	25°~35° 61°	40~80	剖面	基本查明
F5	正断层	走向 28° 倾向 118° 61°	35	地震、剖面	基本查明
F6	正断层	走向 38°~100° 倾向 10°~308°	150~250	二维地震	未查明
F7	正断层	走向 103°倾向 193°	240	二维地震	未查明

据现有资料，九台区九台街道、营城街道、九郊街道未发生过大的破坏性地震，仅在临近的永吉县 1937 年 6 月 11 日的缸窑 5 级地震波及到本区，根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015），本区域处于九台市九台区，其抗震设防烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度值为 0.10g。

据已有资料分析，对本区地震活动可能产生明显影响的地震地质构造主要为松辽盆地东缘断裂（图 2-1 中 F3）、北东向的伊通-舒兰（区域上也称依兰-伊通）断裂带（图 2-1 中 F4）。

图 2-1 区域构造分布图

六、岩土类型及工程地质性质

据现场调查和区内有关矿山的勘查资料，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层松散类岩组、层状坚硬岩组。各组岩土体的工程地质特性如下：

（一）松散类岩组

评估区松散类岩组为第四系，厚度 7.5-26m，冲积砂砾岩含水层普遍分布，岩性以砂砾石组成，含水层厚度一般为 4.27-11.7m，孔隙率 32.46%，渗透性强，含水丰富，因此在该层位建设工程项目应注意围岩的稳定性和疏干。

（二）层状较坚硬碎屑岩岩组

1、白垩系上统青山口组

有暗色沉积泥岩组成，厚度 640.6m-829.3m，胶结程度较差，较松散，抗压强度约为 50-70MPa，分布在煤系层上，属半坚硬岩石。

2、白垩系下统营城组

岩性为中酸性火成岩和火山碎屑岩，厚度 640.6m-308.9m，主要岩性为砾岩、砂岩、泥岩夹煤层等，抗压强度约为 80-100MPa，岩石胶结程度好，致密坚硬，属较坚硬岩石。

总体上，本评估区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，工程地质条件复杂程度属中等复杂。

七、水文地质条件

评估区水文地质条件叙述如下：

（一）含水层分布与富水性

地下水的赋存条件及分布规律受气象、水文、地层岩性、地质构造、地形地貌的控制和影响。评估区地貌为饮马河河谷阶地地貌，地层岩石的组成和分布差异较大，含水层分布及富水性表现不同的特点和变化。评估区内含水层主要分为东西两区，其中评估区东侧分布有第四系砂砾石孔隙水，评估区西侧分布有碎屑岩类孔隙裂隙水，主要分布如下：

1、第四系砂砾石含水层

饮马河河谷阶地区的地下水主要赋存于第四系砂砾石孔隙水中，含水层由第四系冲积、冲洪积堆积物组成，岩性以砂砾层为主，砂层次之，粒度自上而下由粗变细，含水层厚度在 4.24-11.7m，渗透系数 52.9-97.76m/d，单位涌水量 2.2-4.38l/s.m，水位埋深 3-5m，属强富水地区。

在区内属于饮马河 I 级阶地和 II 级阶地的区域，地下水比较丰富，水位降深 5m 时，单井涌水量 500-1000m³/d，含水层岩性为砂土、圆砾、卵石，厚度 5-10m。

2、碎屑岩类孔隙裂隙含水层

主要分布于评估区东部，含水层由白垩系上统青山口组及白垩系下统营城组组成，岩性主要为砾岩、砂岩、泥岩夹煤层及暗色泥岩为主，富水性随岩性不同而变化，泥岩、含泥质成分较多的砂、砾岩富水性小，胶结松散的粗砂岩富水性相对较大，单位涌水量一般为 0.1-0.8l/s/m，水质类型为 HCO₃-Na-Ca，属弱富水。

（二）地下水类型及动态特征

依据地下水的赋存条件和埋藏特征，评估区内水文地质类型可以分为第四系砂砾石孔隙水和基岩孔隙、裂隙水两种类型，

1、第四系松散岩类孔隙潜水

第四系松散岩类孔隙水为孔隙型潜水，主要分布于区内的河流阶地区域以及丘间沟谷区域。含水层由第四系冲积、冲洪积堆积物组成，主要为砂土、圆砾卵石土、角砾及碎石土。

河谷阶地区地下水位埋藏深度多为 5-10m 左右，总体呈阶地前缘埋深较大、后缘埋深较小的特点。丘间谷地区地下水位埋深一般为 3-5m。丰水期地下水位升高、枯水期地下水位下降，潜水水位变动带一般为一个水文年度 1-3m 左右。含水层厚度 5-10m 不等。

孔隙潜水的动态变化主要受气候因素控制，最高水位出现在降雨集中的 7-8 月份，低水位出现在冻结后期的 2-3 月份，每年 7-8 月份为丰水期，12 月至翌年 3 月为枯水期。

2、碎屑岩类孔隙裂隙水

碎屑岩类孔隙裂隙水为裂隙型地下水，主要分布于本区内的丘陵区域。地下水赋存于各类岩石的风化和构造裂隙中，含水层组成岩性主要为白垩系上统青山口组及白垩系下统营城组组成，岩性主要为砾岩、砂岩、泥岩夹煤层及暗色泥岩为主。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受重力作用下向下流动，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。

（三）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，向饮马河径流排泄。场地地下水位随季节变化。据现场调查未见集中式供水水源地分布及地下水开采。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，本区域规划用地区域内的含水层特征比较简单，富水性由弱富水到富水，水文地质条件较好。

八、人类工程活动对地质环境的影响

九台区九台街道、营城街道、九郊街道内主要人类工程活动为现状正在开采的吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿及已闭坑的老营城煤田各个体煤矿开采（春发煤矿、九台区劳动五井煤矿、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井、上家二井等），以上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 61 个调查点，得出本次评估区地质灾害类型特征如下：

（一）崩塌灾害

本次评估区内的崩塌地质灾害主要为工业建筑场地平整过程中的削坡，露天矿山开采形成的裸露陡坎引发的崩塌地质灾害。据现场调查评估区内发现 2 处崩塌。

（二）滑坡灾害

区内的地层岩石主要为第四系冲洪积物及白垩系泥岩、砂岩，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 3-20m 不等，含水性不均匀，对地层的软化作用相对较小，地形起伏较小；白垩系泥岩、砂岩多位于第四系松散堆积物之下，局部岩石裸露，呈强风化—中等风化状态，构造节理及风化裂隙发育程度不均匀；经现场调查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。

（三）泥石流灾害

评估区场区内地势起伏相对较小，本规划区范围内局部有小型季节性冲沟，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。

（四）地面塌陷、地裂缝及地面沉降灾害

本次侧重调查了区内九台区营城煤矿现矿区范围及老营城煤田各已闭矿煤矿开采（春发煤矿、九台区劳动五井煤矿、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、

新春煤矿、营城十井、上家一井及上家二井等）范围内形成的地面塌陷情况及部分崩塌地质灾害发育情况，调查了评估区内的地质灾害类型特征及分布现状（见附图 1）。

调查得到营城煤矿矿井于 1976 年开始筹备工作，1978 年建井，1989 年正式投产，原矿区面积为****km²（包括长图铁路以北的主市区在内），开采标高为-***~-***m。根据本次收集到的《吉林宇光能源股份有限公司营城矿业分公司矿山地质环境保护与恢复治理方案》中介绍，该矿山在 2012 年整合时，形成采空区约***km²。截止本次在吉林宇光能源股份有限公司营城矿业分公司调查，目前营城煤矿现有采矿权范围内约形成采空区面积***km²，但在现场调查期间，营城煤矿现有采空区范围内未调查到地面塌陷地质灾害点，本次调查到的地质灾害点均位于老营城煤田各已闭坑煤矿（春发煤矿、九台区劳动五井煤矿、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、新春煤矿、营城十井、上家一井及上家二井等）范围内。

根据前述，本次地质灾害评估的主要类型为地面塌陷及崩塌地质灾害。重点调查现状各地质灾害点发育规模、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。

二、地质灾害危险性现状评估

通过分析相关资料和野外现场调查，在评估区内发现了 2 处小型崩塌、8 处地面塌陷地质灾害，未发现有滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝等地质灾害。现状地质灾害情况详见下述：

（一）崩塌灾害

因本评估项目区域内的河流阶地特有的相对平缓的地貌特征，致使本次评估区范围内崩塌地质灾害发育相对较少，结合《长春市九台区地质灾害隐患点巡查结果及防治建议报告（2021 年度）》及本次现场调查，评估区内共调查到 2 处现有崩塌地质灾害点，主要为城镇建设、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许多人工斜坡。各种斜坡的分布是可能发生崩塌灾害的基本因素，现状存在的两处崩塌地质灾害论述如下：

1、长春市九台区营城街道办事处火石岭村贺家沟崩塌（B1）

该崩塌地质灾害点位于九台区营城街道贺家沟村东侧 370m 位置，为九台市

城区规划区范围内，为一处小型崩塌地质灾害，中心点地理坐标为东经*****，北纬*****，崩塌所在斜坡主要为白垩系下统营城子组地层，高 12-15m，宽 141m，该崩塌灾害点裸露危岩体坡度 85°，发育多组裂隙，长度 0.8-1.5m，间距 0.8-1.0m。边坡上缘存在裂缝，走向 20°，倾向 110°，宽 0.1-0.5m，崩塌形成的倒石堆长 25m，宽 5m，表面坡度 30°，主要由砂土质块石组成，该地质灾害点发育程度为弱发育。陡坡下存在一处厂房，是该灾害点主要威胁对象，该厂房常驻人数少于 10 人，且崩塌地质灾害对厂房威胁可能造成的经济损失少于 100 万，根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）中附表，该崩塌地质灾害点危害程度小，发育程度为弱发育，确定该崩塌地质灾害点地质灾害危险性为小，评估依据详见表 3-7、3-8，地质灾害现状情况详见图版 3-1、3-2。



图 3-1 B1 火石岭村贺家沟崩塌地质灾害现状照片



图版 3-2 B1 崩塌地质灾害现状及威胁厂房照片

2、长春市九台区苇子沟街道西靠山屯砂场崩塌（B2）

该崩塌地质灾害点位于九台区苇子沟街道村东侧 370m 位置，为九台市城区规划区范围内，为一处小型崩塌地质灾害，该砂场崩塌形成的主要原因为当地建筑用砂开采形成的裸露边坡造成的。崩塌灾害点中心点地理坐标为东经*****北纬*****，位于县道 G229 北侧，形成破碎斜向坡，坡度 70°-80°，为陡崖，坡脚少见崩落物，坡底有深坑，深 1-3m。该地质灾害点发育程度为弱发育。该陡坡下无受威胁人员及道路，威胁人数少于 10 人，且崩塌地质灾害可能造成的经济损失少于 100 万，根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中附表，该崩塌地质灾害点危害程度小，发育程度为弱发育，确定该崩塌地质灾害点地质灾害危险性为小，评估依据详见表 3-7、3-8，地质灾害现状详见图版 3-3、3-4。



图版 3-3 B2 西靠山屯砂场崩塌地质灾害现状



图版 3-4 B2 崩塌地质灾害现状

表 3-1 评估区崩塌地质灾害统计表

编号	名称	地质灾害规模	稳定性	威胁对象	地层岩性特征	节理裂隙特征	诱发因素	造成危害
B1	营城街道办事处火石岭村贺家沟崩塌	小型	基本稳定	厂房	白垩系下统营城组	节理裂隙发育	房屋修建削坡	无
B2	苇子沟街道西靠山屯砂场崩塌	小型	稳定	无	白垩系上统青山口组			无

（二）地面塌陷、地裂缝及地面沉降灾害

本区域内主要人类工程活动主要为矿山开采、城镇建设、道路建设、工业厂区建设以及少量农耕等，以上人类工程活动中除矿山开采外，其他人类工程活动不会造成地面塌陷、地裂缝及地面沉降地质灾害的发生，经本次针对矿山地下开采影响区域的现场调查，在评估区范围内调查到 8 处地面塌陷地质灾害，分别命名为 T1-T8，8 处地面塌陷均为营城煤田老营城煤矿及各个体煤矿开采引发，结合 8 处地面塌陷的影响范围，最终在评估区圈定了该区域的总体地面影响范围，详见地质灾害危险性综合评估图，分述如下：

1、老营城煤矿粮库挂面厂地面塌陷（T1）

营城煤矿粮库挂面厂地面塌陷位于九营大街西北侧，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_4+K_{ly} ，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弱发育，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，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区现状照片详见图版 3-5、3-6。



图版 3-5 T1 塌陷区现状



图版 3-6 T1 塌陷区现状

2、老营城煤矿火一井地面塌陷（T2）

营九台区营城煤矿火一井地面塌陷位于九营大街东南侧，塌陷区现状已平整，受威胁房屋已拆除，地面塌陷类型主要为第四系冲洪积层及白垩系营城组 Q_4+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弱发育，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，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区现状照片详见图版 3-7、3-8。



图版 3-7 T2 塌陷区现状



图版 3-8 T2 塌陷区现状

3、老营城煤矿中心供水主线地面塌陷（T3）

老营城煤矿中心供水主线地面塌陷位于东长岭子村附近塌陷区整体呈圆形、成因类型为冒顶型、盛发期最大塌陷深度 *m、地层时代 Q_4 ，该地面塌陷对地表房屋影响严重，大部分房屋开裂明显，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，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区部分现状照片详见图版 3-8、3-9。



图版 3-9 T3 塌陷区现状房屋开裂



图版 3-10 T3 塌陷区现状房屋开裂

4、营城煤矿包装厂地面塌陷（T4）

营城煤矿包装厂地面塌陷位于九台市营城办事处原营城煤矿集体企业总公司包装厂附近，整体呈圆形、成因类型为冒顶型、盛发期最大塌陷深度 *m、地层时代 Q₄，该地面塌陷对地表影响较大，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，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区现状照片详见图版 3-11、3-12。



图版 3-11 T4 塌陷区现状



图版 3-12 T4 塌陷区现状

5、营城煤矿九井地面塌陷（T5）

营城煤矿九井地面塌陷位于长春市九台区营城办事处原营城煤矿九井附近，整体呈圆形、成因类型为冒顶型、盛发期最大塌陷深度 *m、地层时代 Q₄，该地面塌陷对地表影响较大，该灾害点附近有工厂，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，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区现状照片详见图版 3-13、3-14。



图版 3-13 T5 塌陷区现状



图版 3-14 T5 塌陷区现状

6、老营城煤矿上家二井赵家屯地面塌陷（T6）

营城煤矿上家二井赵家屯地面塌陷位于长春市九台区营城办事处原上家二井附近，整体呈圆形、成因类型为冒顶型、盛发期最大塌陷深度 *m、地层时代 Q₄，该地面塌陷对地表影响较大，该灾害点附近有村庄分布，威胁人数在 10-100 人，造成的直接经济损失 100 万-500 万元，故地质灾害危害程度为中等，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区现状照片详见图版 3-15、3-16。



图版 3-15 T6 塌陷区现状



图版 3-15 T6 塌陷区现状

7、老营城煤矿上家一井丁家窝棚地面塌陷（T7）

老营城煤矿上家一井丁家窝棚地面塌陷位于长春市九台区营城办事处原上家一井附近，整体呈圆形、成因类型为冒顶型、盛发期最大塌陷深度 *m、地层时代 Q₄，该地面塌陷对地表影响较大，该灾害点附近为村庄，威胁人数在 10-100 人，造成的直接经济损失 100 万-500 万元，故地质灾害危害程度为中等，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区现状照片详见图版 3-16、3-17。



图版 3-16 T7 塌陷区现状



图版 3-17 T7 塌陷区现状

8、老营城煤矿上家一井山东王屯地面塌陷（T8）

老营城煤矿上家一井山东王屯地面塌陷位于长春市九台区营城办事处原上家一井附近，整体呈圆形、成因类型为冒顶型、盛发期最大塌陷深度 *m、地层时代 Q_4 ，该地面塌陷对地表影响较大，该灾害点附近有村庄，威胁人数在 100 人以上，造成的直接经济损失 500 万元以上，故地质灾害危害程度为大，现该地面塌陷已趋于稳定，发育程度弱，结合相关规范确定该地面塌陷地质灾害危险性为中等，评估依据详见表 3-7、3-8，塌陷区现状照片详见图版 3-18。



图版 3-18 T8 塌陷区现状

表 3-2 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	老营城煤矿粮库挂面厂地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	白垩系下统营城组	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T2	老营城煤矿火一井地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	白垩系下统营城组	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T3	老营城煤矿中心供水主线地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲积层	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T4	营城煤矿包装厂地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲积层	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T5	营城煤矿九井地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲积层	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T6	老营城煤矿上家二井赵家屯地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲积层	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T7	老营城煤矿上家一井丁家窝棚地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲积层	矿山地下开采	房屋开裂、地面下沉
T8	老营城煤矿上家一井山东王屯地面塌陷	大型	趋于稳定	人员、建筑物、农田、道路	第四系冲积层	矿山地下开采	房屋开裂、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吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿、春发煤矿、九台区劳动五井煤矿、九台市营城煤矿九井、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井及上家二井（其中营城十井、上家一井及上家二井区域历年做过多次地质勘察工作，提交多项地质勘察成果，根据《长春市九台区九郊街道、九台街道、营城街道（规划区）压覆重要矿产资源调查报告》中分析，在多项基础地质工作后，该区域最终提交了 3 份地质报告，分别是 1963 年《营城煤田营十补充勘探最终报告》、1969 年《营城煤田上家一号井补充勘探地质报告》、1970 年《营城煤田上家二号井田补充勘探地质报告》，本次地质灾害评估根据以上提交的 3 项最终地质报告进行编制，以往勘查区与最终提交报告勘查区重叠范围详见插图 3-1，

根据矿山资料进行分析计算，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、营城现状下沉等值线图等图件。

图 3-1 营城十井补充、上家一井、上家二井补充与以往地质工作区范围叠合图
分析过程详见下述：

（1）现状矿山开采情况

根据本次现场调查情况，评估区内调查到的 10 处矿井，除吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿正在开采外，剩余的九台市劳动煤矿五井、春发煤矿、九台市营城煤矿九井、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井及上家二井等均已关闭，具体关闭和停采时间详见表 3-3。

表 3-3 评估区内地下开采矿山开采状态统计表

序号	矿山名称	开采状态	关闭时间	备注
1	吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿	正在开采	-	
2	九台市劳动煤矿五井	关闭	2015 年以前	
3	春发煤矿	关闭	2015 年以前	
4	九台市营城煤矿九井	关闭	2015 年以前	
5	吉安煤矿	关闭	2015 年以前	
6	营城开发煤矿	关闭	2015 年以前	
7	军鑫煤矿	关闭	2015 年以前	
8	营城十井	关闭	1990 年以前	
9	上家一井	关闭	1990 年以前	
10	上家二井	关闭	1990 年以前	

（2）现状及未来采空区分布情况

根据本次调查及收集资料，评估区内调查到 10 处煤矿，其中吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿正在开采，现状已存在采空区面积约***km²，营城煤矿开采层位为*层，其中*层平均可采厚度***m（平均采深***m）、*层平均可采厚度***m（平均采深***m）、3 层平均可采厚度***m（平均采深***m）。

九台市劳动煤矿五井及春发煤矿为营城煤田的老井，两处矿区距离较近，开采煤层相似，两处井口井下资源储量已基本枯竭，采空区基本全区分布，开采主

要煤层为***层（二层煤），最大开采厚度为***m，最小开采厚度为***m，平均开采深度***m。

九台市营城煤矿九井为营城煤田的老井，矿山井下资源储量已基本枯竭，采空区基本全区分布，根据《吉林省九台市营城煤矿九井核查单元资源储量调查报告》开采主要煤层为**层，其中*层平均可采厚度**m、*层平均可采厚度***m。

九台市吉安煤矿位于评估区东北侧，矿山已于 2015 年以前闭矿，采空区基本全区分布，根据 2003 年吉林省第五地质调查所编制的《九台市火石岭煤矿矿产资源储量核实报告》，该矿山开采煤层为*层，平均开采深度为***m，累计开采厚度为***m。

营城开发煤矿位于评估区东北侧，矿山已于 2015 年以前闭矿，采空区基本全区分布，根据 2005 年吉林省第五地质调查所编制的《吉林省九台市营城开发煤矿矿产资源储量核实报告》，该矿山开采煤层为*层，平均开采深度为***m，累计开采厚度为***m。

军鑫煤矿位于评估区东北侧，矿山已于 2015 年以前闭矿，采空区基本全区分布，根据 2010 年吉林省第一地质调查所编制的《吉林省长春市军鑫煤矿核查单元资源储量调查报告》，该矿山开采煤层为*层，平均开采深度为***m，累计开采厚度为****m。

营城十井位于评估区东侧，根据查阅资料及现场调查村民，矿山已于 1990 年以前闭矿，采空区基本全区分布，根据 1963 年吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一一二队提交的《营城煤田十井补充勘探最终地质报告》，该矿山共见煤层为**层，其中可采煤层为*层，平均开采深度约为***m，累计开采厚度约为***m。

上家一井位于评估区东侧，根据查阅资料及现场调查村民，矿山已于 1990 年以前闭矿，采空区基本全区分布，根据 1969 年吉林省煤炭工业管理局煤田地质勘探公司一〇二队提交的《营城煤田尚家一号井补充地质报告·舒兰煤田舒兰街精查汇总地质报告》，该矿山共有煤层为*层，其中可采煤层为*层，平均开采深度约为***m，累计开采厚度约为**m。

上家二井位于评估区东侧，根据查阅资料及现场调查村民，矿山已于 1990 年以前闭矿，采空区基本全区分布，根据 1964 年吉林省煤炭工业管理局煤田地

质勘探公司一〇二队提交的《营城煤田尚家二井补充勘探报告》，该矿山共见煤层为**层，其中主要可采煤层为*层，开采深度约***m，累计开采厚度约为***m。

各采空区地下开采参数情况统计详见表 3-4。

表 3-4 评估区内现状地下开采采空区地下开采参数情况统计表

序号	矿山名称	现状采空区面积 (km ²)	本次评估区内采空区面积 (km ²)	开采层数	平均采深 (m)	累计采厚 (m)
1	吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿	***	***	** *	***	***
2	九台市劳动煤矿五井	***	***	** *	***	***
3	春发煤矿	***	***	** *	***	***
4	九台市营城煤矿九井	***	***	** *	***	***
5	吉安煤矿	***	***	** *	***	***
6	营城开发煤矿	***	***	** *	***	***
7	军鑫煤矿	***	***	** *	***	***
8	营城十井	***	***	** *	***	***
9	上家一井	***	***	** *	***	***
10	上家二井	***	***	** *	***	***

(3) 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

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

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

$ctg\theta_0$

5) 水平变形

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

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

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, $r = Hd/tg\beta$;

Hd ——等价开采影响深度, m;

$tg\beta$ ——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。

(4) 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：

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

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。

$\tan\beta$ 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 $\tan\beta$ 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 $\tan\beta$ 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）。

(5) 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 3-5:

表 3-5 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

(6) 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 3-2 ~3-8。

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 3-6），将评估区划分为三级变形区，其中 II、III 级变形区采空塌陷发育程度强，危害程度大，危险性大，面积约为 *km²； I 级变形区采空塌陷发育程度弱，危害程度大，危险性中等，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，面积为 *km²；将评价区地质灾害危险性进行分区，见表 3-6:

表 3-6 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
	$ \varepsilon $ (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	

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 3-8)及地质灾害危害程度判别标准(见表 3-7),判定评估区内煤矿开采造成的 II、III 级变形区采空塌陷发育程度强,危害程度大,危险性大,面积约为 *km²; I 级变形区采空塌陷发育程度弱,危害程度大,危险性中等,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,面积为 *km²;

表 3-7 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 3-8 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				

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、工程建设中、建成后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河流阶地，周边主要以城镇建设及农业耕种为主，地形坡度主要在 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 之间，局部偏陡，地形相对高差为100m，局部达到100m以上，本次评估的规划区中部已有较多的工业开发建设、市政设施建设、商业以及居民住房建设，同时在本次规划区外部又有较多的待开发建设用地。评估区北侧将吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿采矿权范围全区包含在内，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地或崩塌地质灾害的论证

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

根据本次收集资料，吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿在评估区内采空区面积约 $***\text{km}^2$ ，该处采空区形成时间在2010-2014年之间，距现在已接近7年，经向营城煤矿总工程师调查，营城煤矿目前东北部区域已全部开采完成，未来开采区域位于新扩界的西南侧区域。另外九台市劳动煤矿五井、春发煤矿、九台市

营城煤矿九井、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井及上家二井均已于 2015 年以前闭矿，距现在最短时间已 6 年。随着现有采空区空顶时间的延长、营城煤矿新增采空区的形成及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中等。

（二）规划区内工程建设可能加剧地质灾害的论证

针对规划区内工程建设可能加剧已存在的 2 处崩塌地质灾害和 5 处地面塌陷地质灾害的预测论证如下：

1、加剧崩塌地质灾害的论证

未来工程建设过程中，如对两处崩塌地质灾害进行继续的开挖、削坡，增加坡面的高度，增大坡面坡度，均可能会再次加剧现有崩塌地质灾害，因现有两处崩塌地质灾害规模相对较小，相对落差不大，故未来工程建设过程中开挖和削坡后，加剧崩塌地质灾害的可能性中等，但其规模小，威胁人数小于 10 人，造成的直接经济损失小于 100 万元，地质灾害危害程度小，故预测工程建设加剧现有崩塌地质灾害的可能性中等，但其规模小，地质灾害危险程度小，地质灾害危险性小。

表 4-1 崩塌（危岩）危险性预测评估分级

工程建设引发或加剧崩塌（危岩）发生的可能性	危害程度	发育程度	危险性等级
工程建设位于崩塌（危岩）影响范围内，工程建设活动对崩塌(危岩)稳定性影响大，引发或加剧崩塌的可能性大	大	强	大
		中等	大
		弱	中等
工程建设临近崩塌（危岩）影响范围，工程建设活动对崩塌(危岩)稳定性影响中等，引发或加剧崩塌的可能性中等	中等	强	大
		中等	中等
		弱	中等
工程建设位于崩塌（危岩）影响范围外，工程建设活动对崩塌(危岩)稳定性影响小，引发或加剧崩塌的可能性小	小	强	大
		中等	中等
		弱	小

2、加剧地面塌陷地质灾害的论证

根据现状评估结论，评估区现状存在 5 处地面塌陷地质灾害，地质灾害危险性中等，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，受威胁人的数量大于 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 4-2 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

因此，按照《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中的崩塌（危岩）及地面塌陷危险性预测评估分级判别标准，预测本规划区内工程建设引发和加剧崩塌地质灾害的可能性小，危害程度小，预测其地质灾害危险性小；预测本规划区内工程建设引发和加剧地面塌陷地质灾害的可能性大，地质灾害危害程度大，地质灾害危险性大。

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

1、建设工程遭受已存在的崩塌地质灾害危险性预测评估

规划区内的建设工程主要为各类工业与民用建（构）筑物工程。现状存在贺家沟崩塌（B1）和西靠山屯砂场崩塌（B2），其中贺家沟崩塌（B1）陡坎下部有一处厂房，该厂房未来遭受该崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度小，地质灾害危险性小，未来规划建设工程时尽量规避该两处崩塌灾害点，在其他相对平坦区域建设其他工程，故建设工程遭受已存在的崩塌地质灾害的可能性小，地质灾害危险性小。

2、建设工程遭受已存在的地面塌陷地质灾害危险性预测评估

为了更好的说明评估区内地面塌陷地质灾害变形情况及未来矿山开采过程中地表移动与变形情况，本次对评估区内收集到的吉林省宇光营城矿业有限公司

营城煤矿、九台市劳动煤矿五井、春发煤矿、九台市营城煤矿九井、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井及上家二井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）矿山开采情况

根据本次现场调查情况，评估区内调查到的 10 处矿井除吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿正在开采外，剩余的九台市劳动煤矿五井、春发煤矿、九台市营城煤矿九井、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井及上家二井均已关闭，具体关闭和停采时间详见表 4-3

表 4-3 评估区内地下开采矿山开采情况统计表

序号	矿山名称	开采状态	关闭时间	备注
1	吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿	正在开采	-	
2	九台市劳动煤矿五井	关闭	2015 年以前	
3	春发煤矿	关闭	2015 年以前	
4	九台市营城煤矿九井	关闭	2015 年以前	
5	吉安煤矿	关闭	2015 年以前	
6	营城开发煤矿	关闭	2015 年以前	
7	军鑫煤矿	关闭	2015 年以前	
8	营城十井	关闭	2015 年以前	
9	上家一井	关闭	2015 年以前	
10	上家二井	关闭	2015 年以前	

（2）未来采空区分布情况

根据本次现场调查情况，评估区内调查到的 10 处矿井除吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿正在开采外，剩余的九台市劳动煤矿五井、春发煤矿、九台市营城煤矿九井、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井及上家二井均已关闭，具体关闭和停采时间、采空区开采参数详见表 4-4、4-5。

表 4-4 评估区内现状及预测采空区面积统计表

序号	矿山名称	现状采空区面积 (km ²)	未来采空区面积 (km ²)	备注
1	吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿	*****	*****	生产中
2	九台市劳动煤矿五井	*****	*****	已关闭
3	春发煤矿	*****	*****	已关闭
4	九台市营城煤矿九井	*****	*****	已关闭
5	吉安煤矿	*****	*****	已关闭
6	营城开发煤矿	*****	*****	已关闭
7	军鑫煤矿	*****	*****	已关闭
8	营城十井	*****	*****	已关闭
9	上家一井	*****	*****	已关闭
10	上家二井	*****	*****	已关闭

根据本次调查及收集资料，评估区内调查到 10 处煤矿，其中吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿正在开采，现状已存在采空区面积约***km²，未来还将继续形成采空区***km²，营城煤矿开采层位为*层，其中*层平均可采厚度**m（平均采深***m）、*层平均可采厚度**m（平均采深***m）、*层平均可采厚度***m（平均采深***m）。

九台市劳动煤矿五井、春发煤矿、九台市营城煤矿九井、吉安煤矿、营城开发煤矿、军鑫煤矿、营城十井、上家一井及上家二井均已于 2015 年以前闭矿，采空区基本全区分布，未来采空区不会增加，与现状采空区范围一致。

表 4-5 评估区内预测地下开采采空区地下开采参数情况统计表

序号	矿山名称	现状采空区面积 (km ²)	本次评估区内采空区面积 (km ²)	开采层数	平均采深 (m)	累计采厚 (m)
1	吉林省宇光营城矿业有限公司营城煤矿	*****	*****	*****	*****	*****
2	九台市劳动煤矿五井	*****	*****	*****	*****	*****
3	春发煤矿	*****	*****	*****	*****	*****
4	九台市营城煤矿九井	*****	*****	*****	*****	*****

5	吉安煤矿	*****	*****	*****	*****	*****
6	营城开发煤矿	*****	*****	*****	*****	*****
7	军鑫煤矿	*****	*****	*****	*****	*****
8	营城十井	*****	*****	*****	*****	*****
9	上家一井	*****	*****	*****	*****	*****
10	上家二井	*****	*****	*****	*****	*****

(3) 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六社与压煤开采规程》，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° ，沉降深度 $m-m$ ，采空区地表影响区沉降宽度约 $m-m$ 。预测塌陷区面积将继续扩大至最终采空区范围外延 $m-m$ 。

(4) 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 至图 4-10。

(5) 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营城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***m 至开采深度****m 导致地表移动延续总时间进行计算，最终得出结论详见表 4-6：

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

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。

营城矿区从 1955 年至 1987 年，共建立不同类型的地表移动观测站 5 处，设观测线 11 条，观测点 627 个，获得了不同开采技术条件下的地表移动与变形观测数据。观测资料表明，长壁全陷法开采条件下的地表集中移动延续时间与煤层的开采深度有明显的相关性。

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 800～1040m 时，地表移动延续总时间为 4.5～5.1 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 4-6。

表 4-6 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)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
移动延续总时间 (月)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
移动延续总时间 (年)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

(6) 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。

营城煤矿周边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：

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

裂缝带最大高度值按照下式计算：

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

式中 $\sum M$ ——为累计采厚。

由于此处矿井属于多层开采，本次断裂带最大高度按累计开采煤层厚度所产生的最大垮落带及裂缝带厚度进行统计分析，按照公式计算结果如下表 4-7：

表 4-7 评估区地下采空区覆岩垮落带及裂缝带高度一览表

矿区	累计煤层厚度 (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				
宇光营城煤矿	***	***	***	***	***	***	***
劳动煤矿五井	***	***		***	***	***	***
春发煤矿	***	***		***	***	***	***
营城煤矿九井	***	***		***	***	***	***
吉安煤矿	***	***		***	***	***	***
营城开发煤矿	***	***		***	***	***	***

矿区	累计煤层厚度 (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				
军鑫煤矿	***	***		***	***	***	***
营城十井	***	***		***	***	***	***
上家一井	***	***		***	***	***	***
上家二井	***	***		***	***	***	***

注：第四系沉积物厚度按照 20m 计算。

由表中数据可以看出，按照评估区内各矿山开采深度计算，各矿煤层垮落带顶距基岩面最小厚度***m，距离地表距离较大，故通过上表可以计算得出，评估区内各矿最小开采深度区域地表出现突发性塌陷的可能性小。

(7) 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 100m，宽 20m 取值。第四系土层厚度取 25m，土层平均容重为 18kN/m³，土层下方基岩的平均容重取 25kN/m³。在计算中，假设单层建筑物平均面积载荷为 18kPa（计算地基附加应力时，假设建筑物载荷均匀分布在整個建筑物面积内，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 4-8：

表 4-8 建筑物附加载荷最大影响深度计算表（1）

基底下深度 (m)	10%自重应力 (Kpa)	建筑物附加载荷 (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
载荷影响最大 深度 (m)		20	22	24	26	27	29	30	32

表 4-9 建筑物附加载荷最大影响深度计算表（2）

基底下深度 (m)	10%自重应力 (Kpa)	建筑物附加载荷 (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
载荷影响最大 深度 (m)		33	34	35	36	37	39	40	41

由上表可以看出，3 层楼房的载荷最大影响深度为**m，6 层楼房载荷最大影响深度为**m，9 层楼房载荷最大影响深度为**m，11 层楼房载荷最大影响深度为**m，**层楼房载荷最大影响深度为**m，**层楼房载荷最大影响深度为**m。

（8）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 3 倍的建筑物载荷影响深度，即**层楼载荷最大影响深度为**m，安全保护层厚度取***m。以*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 4-10。

表 4-10 建设场地要求的开采深度计算表

矿区	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)	建设场地要求开采深度 (m)	备注
宇光营城煤矿	***	***	***	***	***	***	以*层建筑为例
九台市劳动煤矿五井	***	***	***	***	***	***	
春发煤矿	***	***	***	***	***	***	
营城煤矿九井	***	***	***	***	***	***	
吉安煤矿	***	***	***	***	***	***	
营城开发煤矿	***	***	***	***	***	***	
军鑫煤矿	***	***	***	***	***	***	
营城十井	***	***	***	***	***	***	
上家一井	***	***	***	***	***	***	
上家二井	***	***	***	***	***	***	

由上表可知，在正常建筑物载荷加载均匀的情况下，评价区内部分地段可以修建*层建筑物，建筑物附加载荷影响地基的稳定性的可能性小。

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 4-11），综合将评估区划分为三级变形区，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、Ⅲ级变形区采空塌陷发育程度强，危害程度大，危险性大，面积约为 *km²；Ⅰ级变形区采空塌陷发育程度弱，危害程度大，危险性中等，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，面积为 *km²。将评价区地质灾害危险性进行分区，见表 4-11：

表 4-11 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 (×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，预测规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受已存在崩塌地质灾害的地质灾害危险性小；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级变形区缓慢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；规划区内的各类工业与民用建筑工程自身遭受Ⅰ级变形区缓慢变形产生的地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等，其他区域遭受地质灾害的可能性小，地质灾害危险性小，见表4-12。

表 4-12 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崩塌及地面塌陷地质灾害弱发育的特点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：

$$G=G_{\text{现}} \cup G_{\text{预}}$$

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，将评估区划分为地质灾害危险性大、中、小区，详见表 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、加剧和遭受崩塌地质灾害预测

预测评估充分考虑评估区内现状崩塌及地面塌陷地质灾害弱发育的特点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，确定评估区范围内的地质灾害危险性大区内的建设用地适宜性整体为适宜性差（C类地段，面积约*km²），评估区范围内的地质灾害危险性中等区内的建设用地适宜性整体为基本适宜（B类地段，面积约*km²），评估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），详见地质灾害危险性综合评估及适宜性评

价图。

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土地使用安全，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，建议规划区内的建设工程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 1.5 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。对于区内河岸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、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，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。

8、在崩塌隐患点附近开展工程建设时，应避开崩塌影响范围，或是对崩塌点采取必要的防治措施，消除崩塌隐患。

9、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。

第六章 结论与建议

一、结论

通过对九台区九台街道、营城街道、九郊街道(规划区)项目进行地质灾害危险性评估工作，得出如下结论：

1、本次的地质灾害评估项目的类别为城市规划区，属于重要建设项目，评估区地质环境条件复杂程度为复杂，地质灾害危险性评估级别确定为一级。

2、现状评估调查到评估区内现状分布有 2 处崩塌地质灾害点和 8 处地面塌陷地质灾害点，8 处地面塌陷地质灾害点的现状地质灾害危害程度大，发育程度弱，评估其地质灾害危险性中等；评估区 2 处崩塌地质灾害影响范围及其他区域现状地质灾害发育程度弱，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级变形区内引发和加剧地面塌陷地质灾害危险性大，Ⅰ级变形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，评估区范围内的地质灾害危险性大区面积约 *km²，因其危险性大区面积均位于规划区内，故其建设用地适宜性整体为适宜性差（C 类地段，面积约 *km²）；评估区范围内的地质灾害危险性中等区面积约 *km²，其中位于规划区内的建设用地适宜性整体为基本适宜（B 类地段，面积约 *km²）；评估区其他区域地质灾害危险性小区面积约 *km²，其中规划区内建设用地适宜性整体为适宜（A 类地段，面积约 *m²）。

二、建议

为确保本评估区内的规划用地的工程建设安全和土地使用安全，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、适宜性差建设区域建议避让。

7、在建设用地基本适宜区从事工程建设时，应采取必要的地基基础抗变形措施，并限制荷载。如对地面变形要求不高的农业设施用地。

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。