

# 上海城市规划建设与地质灾害危险性评价

蔡宽余, 劳燕凭

(上海市地质调查研究院, 上海 200072)

**摘要:** 上海的城市建设规划为城市地质工作带来新的机遇与挑战。上海是典型的软土地基地区, 地表以下 75m 区内普遍产出有三层以海相沉积为主的高孔隙比、高含水率的软弱粘性土地层。而在这—深度范围内工程活动又相对集中和频繁, 工程的建设施工容易诱发和加剧地面沉降, 区域性的地面沉降同时也对工程的正常营运带来不利影响。由此, 开展以地面沉降为主要内容的地质灾害危险性评价非常必要, 也势在必行。结合地区城市建设规划和地质环境条件, 开展地质灾害危险性评价, 提出相应的防治对策措施, 将具有更强的针对性与指导性。

上海的新一轮城市总体规划, 至 2020 年城市化水平将达到 85%, 建设总用地 1500km<sup>2</sup>, 长江与东海沿岸将是重要的产业发展带。规划以中心城 新城 中心镇 集镇组成多层次城镇体系, 和由沿海岸线、沪宁、沪杭组成的多轴与各级城镇组成的多核城市空间布局结构。中心城规划建设用地 600 km<sup>2</sup>, 其中新增住宅用地 85 km<sup>2</sup>, 建设大型居住区 20 余个, 规划兴建 11 个新城和 22 个中心镇。其间将继续规划建设大量城市基础工程, 包括崇明越江通道、杭州湾洋山深水港、城际高速铁路和市域轨道交通与高速公路干线等, 形成 7 条对外铁路干线和 20 条对外公路干线。市内规划建设轨道交通 460 km, 含 11 条全长约 330 km 的地铁和 7 条全长约 130 km 的轻轨; 公路干道系统总长 2500km, 其中高速公路 650km; 中心城道路网总长约 3630km。

**关键词:** 城市规划; 城市建设; 地质灾害; 危险性评价; 地面沉降; 上海

## 1 概述

城市规划是城市建设发展的龙头, 是城市化进程中具前瞻性与战略性的工作。地质生态环境则是城市生存与发展的重要依托, 体现出其基础性、资源性的特点。而地质环境同时具有灾害的属性, 对地质条件认识不清或对地质环境开发利用不当, 便有可能诱发或加剧地质灾害。随着城市化进程步伐的加快, 城市地质生态环境问题也日渐凸显, 并成为制约可持续发展的影响因素之一。作为城市地质工作基础性、综合性、超前性与服务性的重要体现, 密切结合城市建设规划, 开展地质灾害危险性评价, 是重要的工作范畴。

## 2 上海城市建设规划

上海是我国最大的经济中心城市, 根据新一轮城市总体规划, 到 2020 年, 将初步建成国际经济、金融、贸易中心之一, 基本确立上海国际经济中心城市的地位, 基本建成上海国际航运中心。发挥上海国际国内两个扇面辐射转换的纽带作用, 进一步促进长江三角洲和长江经济带的共同发展。

上海未来城市发展将控制中心城人口和用地规模, 引导中心城的人口和产业向郊区疏散。2020 年全市常住人口 1600 万, 城市化水平达到 85%。集中城市化建设总用地 1500km<sup>2</sup>。拓展沿江沿海发展空间, 形成滨海城镇和产业发展带; 崇明岛将是 21 世纪上海改革开放的战略重点, 并配套规划建设崇明越江通道工程。

城市空间景观建设, 将强化中心城东西向景观主轴线。建设中心城滨江(黄浦江) 滨河(苏州河) 景观走廊, 塑造上海滨水城市新形象。相对集中布置高层建筑, 保护中心城区若干景观视线走廊, 营造优美的城市天际线。

市域城镇体系以中心城 新城 中心镇 集镇组成多层次的城镇体系及由沿海发展轴、沪宁、沪杭发展轴和市域各级城镇等组成的多核、多轴空间布局结构。以外环线以内地区作为中心城范围, 人口控制在 800 万人, 城市建设用地 600km<sup>2</sup>。规划新城 11 个, 新城人口规模一般为 20~ 30 万人。规划中心镇 22 个, 中心镇人口规模一般为 5~ 10 万人。集镇人口规模一般为 1~ 3 万人。中心城居住用地按人均居住面积 15m<sup>2</sup> (建筑面积 30m<sup>2</sup>) 测算, 新增住宅用地 85km<sup>2</sup>。重点建设内外环线之间 20 个左右大型居住园区。

对外交通以三港两路为建设重点, 建设上海国际航运中心, 建设国际集装箱枢纽港、亚太地区航空枢纽港、现代化信息港和以高速公路、高速铁路、骨干航道为构架的水、陆、空交通运输系统, 形成衔接国内外、辐射长江三角洲的快速、便捷的客货交通运输网络。整治长江口通海航道, 建设杭州湾洋山深水港区。建设内河骨干航道, 形成以一环十射为骨架的五级以上干线航道网。重点建设沪宁、沪杭高速铁路, 形成五个方向 7 条干线的对外铁路通道。修建浦东铁路。建设三主两辅铁路客站以及铁路编组站、货运站。以高速公路为骨干, 与长江三角洲地区的高速公路联网, 上海的对外公路由 7 条国道(其中三条为国道主干线) 和 13 条省际公路干线共 20 条组成。

市域交通以两网建设为重点, 加快大容量城市轨道交通系统的建设; 形成市域高速公路网, 完善中心城道路网络。规划上海中心城轨道交通网总规模约 460km, 其中地铁 11 条, 全长约 330km, 轻轨线 7 条, 全长约 130km, 在每个新城与中心城之间规划 1~ 2 条轨道交通线。市域道路系统由高速公路、主要公路、次要以及乡镇公路组成。公路干道系统规划总长度约 2500km, 其

中高速公路 650km。中心城道路网由快速路、主要干道、次要干道以及支路组成,规划道路网总长度约 3630km,其中干道长度 1410km。

上海新一轮城市建设规划是指导上海未来城市建设的重要依据,也是城市地质工作者开展针对性地质灾害危险性评价的重要依据。

### 3 上海地质灾害特点

上海地处长江三角洲前缘,第四纪地层厚 300m 左右。地质基底为扬子准地台,是一个相对稳定的地块。

上海地区的地质灾害主要为地面沉降。地面沉降作为一种广泛分布的城市地质灾害,其发生发展过程不易察觉,易被忽视,但长期积累却能诱发或加剧其它城市灾害,给生产与生活带来的影响是深刻和巨大的。

地面沉降的显著特征是与人类活动的紧密关联性,人为影响起着重要作用,而地下水资源的无序开采通常是最主要的诱因。地面沉降产生的原因,一方面是明确或比较明确的地质条件,另一方面则是未知或模糊的人地相互作用关系。河流三角洲地区、滨海平原、内陆构造盆地等因其具有优越的自然地理条件,常成为经济活动的中心;而其水文、工程地质条件等地质背景又恰恰容易产生地面沉降,上述地带地面沉降产生的内外营力得到很好耦合。随着城市化进程的加速,地质环境所具有的资源属性在被充分利用与挖掘之后,地质环境的灾害属性也便逐渐显现出来。

上海对地下水的开采由来已久,因而地面沉降在 1921 年便已显露,沉降速率在 20 世纪 50 年代末期达到最大,年均沉降超过 110mm。之后随着地面沉降控制措施逐步实施,以及地下水资源系统管理的落实,年均沉降基本稳定在 10mm 以内。七五末期开始,随着大规模城市改造建设,工程建设成为新的沉降制约因素。

另一方面,由于上海地区第四纪未固结松散地层为海陆交互沉积,特别是埋深 75m 以浅,广泛存在高含水量、高孔隙比、低强度、高压缩性、以灰色淤泥质粘性土为主的海相地层,工程地质特性不良,使上海成为典型的软土地基地区。这一层位又是人类经济与工程活动相对集中与频繁的部位。由此,土层固结变形而导致的地面沉降受到多重因素的影响,并具有复杂的表现形式。

地面沉降的产生缘于土层的固结压缩,而上海浅部饱和软弱的粘性土层,其自然固结过程远未完成。粘性土的释水固结与含水砂层的压缩变形均具有不可逆性的特点,尤其是粘性土的粘塑性变形特征更是直接导致地面沉降呈缓变特性的重要因素。

因而,地面沉降地质灾害具有易发性、缓变性、累进性和不可逆性等特点。同时,其又具有与人类经济、工程活动的交互性,及对洪涝潮汛等其它自然灾害的叠加性。地面沉降造成的地面标高永久性损失,加剧洪涝灾害,使自身潜伏性和隐性的灾害特点,通过其它显性灾害的成灾风险与致灾频率的加大而体现,故还具有催化和增效性。

地面沉降相对于其它地质灾害,具有一定的可控性。通过地下水资源开发利用的系统管理,优化用水格局,并借助含水砂层

的人工回灌技术,以砂层的弹性膨胀减弱或部分抵消粘性土层的塑性变形,从而实现地面沉降的防范与治理。

### 4 地质灾害危险性评价

地质灾害危险性评价是城市建设发展的重要技术保障之一。不良的地质条件将使工程建设项目遭受严重影响或破坏,只有充分注重地质生态环境的制约作用,趋利避害,才能保证人与自然的协调发展。因而,在工程建设的选址阶段,对拟建场区进行地质灾害调查,分析地质灾害危险性,并制定和落实相应的防治对策措施,才能防患于未然。地质灾害危险性评价报告也是工程建设项目申请建设用地审查报批的必备附具材料之一。

工程建设项目范围内地质灾害危险性评价,不仅要查明地质灾害对工程建设及其正常营运可能带来的不利影响,同时也应针对工程在建设及营运过程中产生的环境地质问题做出客观分析,特别是注重区域性地面沉降问题与工程沿线局部性沉降的相互影响与叠加作用,通过量化分析与长期预测,提出相应的控制与防范对策及技术措施,从而使工程的设计与施工方案进一步优化。因而,地质灾害危险性评价是工程建设必须的前期性工作,并可为重大工程的规划、设计、建设、营运与管理等城市建设的各个方面和不同环节服务。

地质灾害危险性评价,着重阐述工程建设诱发、加剧地质灾害的可能性和工程建设本身遭受地质灾害的危害程度,并提出切实可行的防治对策与措施。

地质灾害评估区范围不局限于建设用地面积之内,而应依据建设项目特点及地质环境条件确定。根据建设项目初步分析及现场踏勘,进行地质环境条件基本特征分析与建设项目工程分析,划分评价级别,确定评价范围和地质灾害类型,选取评价要素,进行地质灾害的现状评估、预测评估与综合评估,提出具针对性和切实可行的防治对策措施。

对于重大建设项目,按要求须进行最高级别的一级评估。一级评估须对评估区内分布的地质灾害是否危害建设项目安全、建设项目是否诱发地质灾害、因治理地质灾害增加的项目建设成本等进行全面的评估。

地面沉降的评价,须查明评估区在区域地面沉降中所处的位置、作用、沉降量、沉降速率、发展趋势、形成原因(抽取地下水、天然气、构造沉降等)、沉降对建设项目的影响,以及拟采取的预防及防治措施。对评估区不均匀沉降应作为重点进行评价。对项目建设阶段可能采用的基础工程施工形式(如基坑开挖、桩基础施工、井点降水等)造成的地面变形与边坡失稳进行专门评估。

危险性评价包括现状评估、预测评估和综合评估。对于受自然因素影响的地质灾害,评估时应考虑自然因素周期性的影响。现状评估是对已有地质灾害的评估,是根据评估区地质灾害类型、规模、分布、稳定状态、危害对象进行危险性评价,对稳定性或危险性起决定性作用的因素作深入的分析,判定其性质、变化、危害对象和损失情况。预测评估是对工程建设可能诱发的地质灾害的危险性评估,是依据工程项目类型、规模,预测工程项目在建设过程和竣工投产运行后对地质环境的改变及影响,评价是否会诱发地面沉降等地质灾害及其范围与危害。

地质灾害危险性评价更应提出防治对策措施建议。对于上海地区,控制区域性的地面沉降,仍须强化地下水资源的科学与

# 陕西省铜川市耀州区地质灾害区划

苟少康

( 甘肃煤田地质局 一四六队, 甘肃 平凉 744000)

**摘 要:**耀州区位于陕西省铜川市南部, 近年来随着煤炭开采规模和强度不断扩大导致的地质灾害更加频繁, 在全区 1622km<sup>2</sup> 的范围内, 发育的各类地质灾害有 90 处。分析表明, 耀州区的地质灾害分布和发育主要与地形地貌、地层岩性、地质构造、灾害点密度、大气降水和人类不合理的工程活动共同作用有关, 就此用模糊数学结合评判的方法进行区划并提出防治措施。

**关键词:**耀州区; 地质灾害; 模糊数学; 区划

耀州区位于陕西省铜川市南部, 区内地形复杂, 岩性分布差异, 随着矿产资源开采规模和强度扩大, 地质灾害发展趋势更加活跃, 给当地人民的生命和财产造成了严重的损失和危害, 同时也制约了当地的经济和社会的发展。将主要对地质灾害类型、特征、成灾机制进行分析, 总结其主要规律, 用模糊数学综合评判方法进行区划并提出防治措施。

## 1 地质环境条件

耀州区属温暖带大陆性季风半干旱、半湿润气候区, 冬季寒冷干燥, 夏季炎热多雨, 平均年降雨量 616. 3mm, 降雨量多集中在 7~ 9 月份, 占全年降雨量的 50% 以上。

耀州区在大地构造上属中朝准地台上的鄂尔多斯向斜东南缘渭北隆起地带上, 受东西向渭河地堑的切割, 该区形成了过渡性质的叠瓦式断块和南北或降的断阶。区内岩性沉积类别复杂, 岩性变化大, 由东南向西北, 由老到新呈现有规律的带状分布, 主要出露地层有奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系、白垩系和第四系。

耀州区地形总趋势为西北高, 东南低, 绝大部分地区地势高峻, 山岭起伏, 峡谷相间, 大部分海拔均在 1000m 以上。

## 2 地质灾害类型与发育特征

### 2.1 地质灾害类型

区内地质灾害主要有斜坡岩土体变形运动灾害和地面变形灾害两大类, 见表 1。

### 2.2 地质灾害发育特征

(1) 耀州区中部和南部以黄土崩塌和黄土滑坡为主, 北部以岩质滑坡和以基岩与堆积物接触面的土质滑坡为主。

表 1 地质灾害种类统计

地质灾害类型	灾种	灾害数
斜坡岩土体变形运动灾害	滑坡	59
	崩塌	23
地面变形灾害	矿区塌陷	7
	地裂缝	1

(2) 北部煤矿多, 在煤矿开采过程中破坏地表植被和地壳内应力, 由此而引起的滑坡和采矿塌陷较多。

(3) 滑坡的滑面与结构面的关系: 滑动面为松散盖层与基岩接触面; 黄土土性差异面为控制面; 黄土切层滑坡和以节理裂隙面为控制结构面。

(4) 滑坡、崩塌灾害多发生在 7~ 9 月的降水集中区, 且与人类不规范工程活动有关。

(5) 地质灾害发育有一定的周期性, 地质灾害发生的频率与年降雨量的多少和人类工程活动的规模和强度呈正向相关关系。

## 3 地质灾害区划

地质灾害发生有不确定性和随机性, 为了合理的划分地质灾害易发区, 将用模糊数学综合评判的方法对区内地质灾害进行区划。

### 3.1 因素集(U)、评语集(V)的确定

地质灾害易发区划分涉及面广, 要考虑众多因素, 主要选

有效管理, 进一步压缩非饮用性地下水的开采量。同时优化采灌格局, 分散开采。对于工程建设引发的沉降问题, 应从环境保护的角度出发, 根据不同的工程地质条件和工程结构类型, 选用技术与施工工艺成熟和有效的工程措施, 以降低工程建设加剧地面沉降的影响程度, 特别是减少差异性地面沉降。在工程重要节点处应设置沉降监测点, 及时监控施工过程及竣工运行后的沉降影响。尤其是在基础施工阶段更应强化沉降监控, 建立信息反馈制度, 根据具体实际及时采取相应措施。工程建设的沉降监控

应纳入全市地面沉降监控网络体系之中。

## 5 结束语

上海已结合建设规划, 对外高桥造船基地、磁悬浮列车工程、同三国道上海段、郊区环线高速公路、太湖流域泄洪水利工程、西气东输上海段、崇明越江通道工程等多项重大市政工程的规划建设进行地质灾害危险性评价。城市地质工作与城市建设规划结合, 将实现优势互补, 从而为地区经济持续发展与地质生态环境保护, 做出更大的贡献。