

不稳定边坡地质灾害危险性评估技术探讨

韩 华 孙保卫 王 峰

(北京市勘察设计研究院 北京市 100038)

摘要 地质灾害危险性评估因建设项目评估级别不同,评估深度和精度也不同。一级评估应有充足的基础资料,在定性分析的基础上,采用定量、半定量的评价方法,进行充分论证。本文以某规划建设场地地质灾害危险性评估为例,探讨了一级评估中的不稳定边坡灾害种类的地质灾害危险性现状评估、预测评估和综合评估的定量评价方法,在类似不稳定边坡地质灾害危险性评估中具有参考和借鉴价值。

关键词 不稳定边坡 地质灾害危险性评估 定性分析 定量评价方法

Discussion on Dangerous Assessment of Geological Hazard on Unstable Slope

Han Hua Sun Baowei Wang Feng

(Beijing Institute of Geotechnical Investigation and Design)

Abstract The depth and accuracy of assessment is quite different as assessment scale for in dangerous assessment of geological hazard constructive site is different. For the first rank assessment scale, enough basic information is essential and the assessment based on quatitative analysis should be fully proved by means of semi-quantitative to quantitative method. In this paper the quantitative methods for present, predictive and synthetic evaluations on unstable slope dangerous assessment of geological hazard are applied to a practice construction site. These methods can be used for reference on unstable slope dangerous assessment of geological hazard in similar practice.

Keywords unstable slope; dangerous assessment of geological hazard; quatitative analysis; quantitative evaluation method

1 工程概况

某经济技术开发区规划建设场地位于北京市东南部的通州区,主要由A、B、C三个组团和绿地组成,用地面积约310万 m^2 。其中A组团用地面积约91.08万 m^2 ,主要为住宅用地,B组团用地面积约63.55万 m^2 ,主要为工业用地,C组团用地面积约61.4万 m^2 ,主要为工业用地。

规划建设场地地形较简单,地貌类型单一,地质构造简单,岩性岩相变化大,工程地质和水文地质条件较差,地质灾害发育中等,因此,地质环境条件中等。规划建设场地为重要建设项目,且位于地质环境中等区域,依据国土资源部颁发的《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》中的有关规定,某经济技术开发区规划建设场地地质灾害危险性评估级别为一级。

2 地质环境条件

评估区位于永定河冲洪积扇的前缘,地形由西北向东南倾斜,平面坡降为0.5‰。地面标高约10.3~11.5m。拟建场地基本为农田,在场地西北部、东北部分布有多个鱼塘,其深度为3~4m;西部和中部分布有数个取土坑,最大取土坑面积约26680 m^2 ,最深取土坑中心深约18m,现已成为鱼塘。评估区为第四系全新统地层,厚度约为300m,以砂类土、粘性土为主。

根据勘探成果,场地地面以下20m深度范围内主要以新近沉积的粉土层、第四纪沉积的粘性土和砂类土为主,场地水文地质条件较复杂,埋深20m范围内主要赋存潜水和承压水。

3 边坡稳定性计算分析与评价

3.1 边坡安全等级确定

依据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2002)中边坡工程安全等级划分原则,建设场地存在的不稳

定边坡为土质边坡, 边坡高度 $\leq 10\text{m}$, 破坏后果均为不严重, 因此确定不稳定边坡安全等级均为三级, 见表1。

表1 边坡稳定安全系数

安全等级	1	2	3
安全系数	1.30	1.25	1.20

3.2 边坡稳定性评价方法

极限平衡方法是发展最早的边坡稳定性分析方法, 是建立在摩尔-库仑准则基础上的, 表达式为:

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi' = c' + (\sigma - u) \tan \phi'$$

式中, τ 为破坏面上的剪应力; c' 为土的有效粘聚力; σ 和 σ' 分别为破坏面上总应力和有效法应力; ϕ' 为土的有效内摩擦角。

3.3 不稳定边坡现状评估

表2 不稳定边坡调查统计

编号	位置	形态特征	控制性和主要触发因素
BP1	原小甸屯砖厂, 位于建设场地的西南部。	该坑为人工制砖取土形成, 现已成为鱼塘, 鱼塘水深约 3~ 11m。根据实地调查和对本次地层勘探成果的分析, 鱼塘蓄水主要来自浅层承压水及大气降水。取土坑占地面积约 60 亩, 四周出现陡立的不稳定边坡。水面以上不稳定边坡坡高约 7~ 8m, 坡角约 70°~ 85°。坡体主要由粘性土和粉土组成, 坡顶地形基本平坦, 植被发育一般。主要破坏形式为受雨水、池水淘蚀冲蚀及人类活动作用后滑塌。	降雨入渗、风化剥蚀、人类活动为诱发因素

3.3.2 现状边坡稳定性分析与评价

本次采用简化 Bishop 法对现状边坡的稳定性进行了计算, 计算结果见表3和图2, 边坡稳定性评价参照《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2002) 的规定并结合地方规范进行, 评价结果见表3。

表3 边坡稳定性评价

编号	位置	稳定性系数 F_s	稳定性 综合评价	危险性 评价
BP1	建设场地西南部	0.841	不稳定	大

注: 据重庆市地方标准《地质灾害防治工程勘察规范》(【DB50/143-2003】), $F_s < 1.00$ 不稳定; $1.00 < F_s \leq 1.05$ 潜在不稳定; $1.05 < F_s \leq F_{st}$ 基本稳定; $F_s \geq F_{st}$ 稳定。其中, F_s 为边坡稳定性系数, F_{st} 为边坡稳定性安全系数。

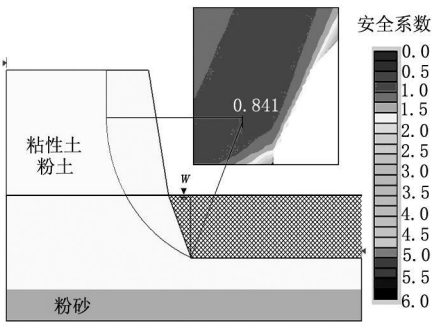


图2 BP1边坡稳定性简化 Bishop 法计算结果

3.3.1 不稳定边坡特征

根据现场调查, 评估区范围内共存在7处因人工开挖取土形成的边坡, 其中5处分布在建设场地内, 其中边坡BP1处人工开挖边坡的空间分布、形态特征详见图1及表2。

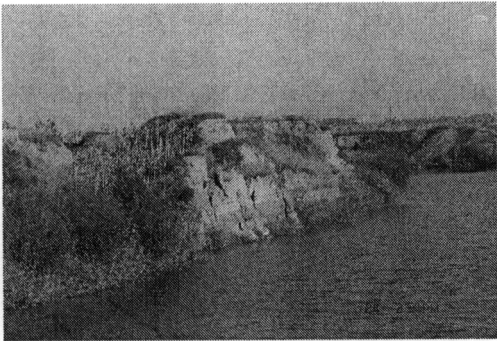


图1 边坡BP1自然形态特征

3.4 不稳定边坡预测评估

本次不稳定边坡危险性预测评价是在分析规划区建筑条件的基础上, 同时考虑不稳定边坡遭遇降雨(造成土体饱和, 使土体抗剪强度指标 c 、 ϕ 值降低)、地震(按多遇地震考虑)及坡顶增加荷载的最不利情况下, 采用简化 Bishop 法对不稳定边坡的稳定性进行了计算(见图3), 计算结果见表4。从表4中可以看出, 边坡BP1处于不稳定状态。

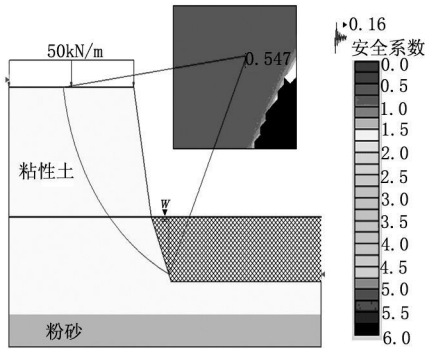


图3 多种因素影响下BP1边坡稳定性简化 Bishop 法计算结果

1) 降雨工况。边坡在遭遇降雨时, 雨水入渗使土体饱和度增加, 土的抗剪强度指标粘聚力 c 和内摩擦角 ϕ 降低。研究成果表明, c 、 ϕ 值与饱和度 S_r

存在线性递减关系,随着饱和度不断增大, c 、 φ 值降低导致下滑力增加,抗滑力降低,使边坡稳定性系数降低以致失稳。饱和的 c 、 φ 值可根据室内直剪、常规三轴试验确定或参考地方经验值确定。

表 4 不稳定边坡预测评估评价结果

边坡编号	边坡类型 (简化 Bishop 法)	稳定性系数(F_s)	稳定性评价	危险性分级	影响范围
BP1	土质边坡	0.547	不稳定	大	距边坡后缘约 10.0m 范围内。

2) 地震工况。仅考虑水平地震作用,其中水平地震影响系数最大值根据《建筑抗震设计规范》(GB50011- 2001)按表 5 确定采用。

表 5 按地震烈度确定的水平地震影响系数最大值

地震烈度	6	7	8	9
多遇地震	0.04	0.08(0.12)	0.16(0.24)	0.32

注: 括号中数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

3) 外加荷载工况。根据规划建筑设计条件,边坡处坡顶增加荷载按均布荷载 50kN/m 考虑。

为确定上述边坡破坏时的影响范围,本次用简化 Bishop 法,采取表 1 规定的三级边坡稳定性安全系数 1.2,确定了边坡后缘的影响距离。边坡 BP1 稳定性预测评估结果见表 4。

3.5 不稳定边坡综合评估

3.5.1 评估原则的确定

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果,充分考虑评估区地质环境条件的差异和潜在的地质灾害隐患点的分布、危险程度,确定判别区段危险性的量化指标,根据“区内相似、区际相异”的原则,采用定性、半定量分析法,进行工程建设区和规划区地质灾害危险性等级分区。

3.5.2 量化指标的确定

根据不稳定边坡的高度和稳定性评价结果,确定不稳定边坡危险性量化指标见表 6。

表 6 不稳定边坡危险性评价指标

坡高 m	稳定性评价结果	危险性评价
≥ 5	不稳定	大
	潜在不稳定	中
	基本稳定	小
< 5	稳定	小

4 结论与建议

1) 对不稳定边坡的稳定性进行定量分析是进行边坡地质灾害防治的重要中间环节,切不可把定量分析看成是一种简单的计算工作。

2) 进行定量分析的一般思路是地质模型- 物理模型- 数学模型。选择计算方法应遵循能明确反映变形破坏机制、计算步骤尽可能简化,抓住主要问题,提高适用性、易于校核的原则。

3) 稳定性分析评价结果必须与相当长时期的现场监测资料相对照,进行评价效果的实际检验。在无监测资料验证的情况下,可从地形地貌、第四纪地质、气象水文、工程地质条件和人类工程经济活动及现场宏观变形现象等因素综合反思评价,检验定量计算结果是否与上述因素矛盾,甚至违背常识。

参考文献

1 中华人民共和国国土资源部. 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

2 陈祖煜. 土质边坡稳定分析- 原理、方法、程序. 北京: 中国水利水电出版社, 2002

(上接第 33 页)

参考文献

1 杨顺安, 冯晓腊, 张聪辰. 软土理论与工程. 北京: 地质出版社, 2000

2 GB50191- 93 构筑物抗震设计规范