

# 公路工程地质灾害危险性评估野外工作方法探讨

金太平

(浙江省第三地质大队,浙江 金华 321001)

**摘要:**野外调查是地质灾害危险性评估的重要组成部分,根据现状确定地质灾害类型和特征,从地质环境条件分析其形成机理和地质灾害危险性,并根据公路工程建设项目特点、路基形式和地质环境条件,采取不同预测评估体系和方法,确定每一区段遭受或加剧地质灾害的危险性。

**关键词:**台缙高速;地质灾害;现状评估;预测评估

改革开放以来,随着经济建设的不断发展和适应交通量的发展需要,公路工程新建、扩建、改建项目逐年增加,台(州)缙(云)高速公路(包括台州—椒江延段)是浙江省高速公路“两纵两横,十八连三绕三通”主骨架中的一连,推荐线长 156.19km,比较线长 100.599km,是近年我队评估项目中级别最高(一级)、线路最长的公路,沿线经过剥蚀侵蚀中、低山区,丘陵、山麓斜坡堆积、河流侵蚀堆积、河口淤积平原区等地貌单元,对公路评估具一定的代表性。结合专家评审意见,就野外评估工作谈谈看法。

## 1 地质灾害现状评估

现状地质灾害点主要来自资料收集和调查访问,在编制《评估工作大纲》前,应初步了解当地的地质环境条件,通过在国土、勘察设计、水利水电、气象等相关部门资料的收集,初步掌握评估区范围内地质灾害类型(山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等)、特征,然后在野外工作过程中逐个进行调查,分析其形成机理及危害程度。

### 1.1 形成机理分析

形成机理主要从地质环境条件进行分析,包括:

**地形地貌:**先划分区域地貌类型,然后确定微地貌形态,通过访问原地貌形态,查明不同地质灾害类型与地形坡度、沟谷形态、坡降及植被发育程度之间关系。

**地层岩性:**重点应调查第四系松散层成因类型,土质滑坡、厚度等,基岩岩性、产状、结构面特征,特别是软弱夹层、软弱面和顺坡向结构面的分布特征,地层岩性是引发地质灾害内在因素。

**地质构造:**中、低山区地质构造以 NE、NNE 向压扭性和 NW 向张性断裂为主,局部呈“X”形组合,断层及其两侧岩石破碎,节理裂隙发育,危岩耸立,是滑坡、崩塌诱发因素之一。

**岩土体工程地质特征:**划分为松散岩类和基岩(软质岩、较硬岩、硬质岩)两大岩组,基岩区段,与岩石结构类型有关,软弱夹层(层状)和强、中风化带(碎裂状、镶嵌状)是诱发岩质滑坡或崩塌主要因素。松散岩类时代成因较为复杂,土质松散、重度大是诱发坡麓滑坡、沟谷泥石流的主要因素,土状态差、压缩性高是诱发平原区地面沉降的主要因素。

**水文地质条件:**与地下水的补、径、排条件有关,补给条件好,循环交替强烈,岩土体长期处于饱和状态,增大土体的重度,起到促进或加速坡体下滑作用。而基岩裂隙水出露部位往往是断裂

构造带或是裂隙密集带,地下水的流动降低了岩土体的粘聚力,形成薄弱面或软弱带。平原区或软土地区地面沉降与地下水集中开采密切相关,既要了解区域地面沉降量,又要调查沉降速率与地下水开采量之关系。

**人类工程活动:**人类工程活动是引发地质灾害最主要原因,随着人类工程活动日益加剧,特别是丘陵山区修建公路、挖基建房、采石爆破、开垦种植等,破坏了边坡体的自然平衡,特别是在坡脚形成许多陡立边坡,呈临空状,从而引发崩塌、滑坡等地质灾害。还有废土、弃渣无序堆放,成为引发泥石流的物质来源,近年来过量开采地下水是造成地面沉降和部分地面塌陷的主要原因。

通过台(州)缙(云)高速公路调查、访问和资料收集,评估区现状地质灾害类型有崩塌 8 处,滑坡 9 处,泥石流 1 处。崩塌多发生在人工边坡、构造破碎带或基岩风化形成的岩质边坡上,滑坡以土质滑坡为主(仅一处岩质滑坡,沿层面滑动),地形坡度在 30°~50°之间,尤以 35°~42°居多,引发时间均发生在梅雨和台风多雨季节,近 90%(二处滑坡自然形成)与人类工程活动有关。评估区位于温(州)黄(岩)平原北部边缘,矿产资源不丰富,集中开采地下水的地方不多,形成地面沉降和塌陷等地质灾害的可能性小。

### 1.2 现状地质灾害危险性评估

现状地质灾害危险性评估是根据地质灾害点的规模和对公路工程可能遭受危害程度的评价。据现场分析,由构造带和基岩风化引发的崩塌时间久远,稳定性较好,公路边坡或平基建房等人类工程活动引发的崩塌,稳定性差,但规模小,地质灾害危害性小。滑坡主要从滑坡体规模大小、稳定性及滑坡前缘与拟建公路之间的距离确定遭受地质灾害危险性大小。滑坡体方量在数百至 10000m<sup>3</sup>之间,距离在 30~50m 以内,地质灾害危险性中等;若前缘地形平坦、开阔,距离在 50~70m 以上,地质灾害危险性小,滑坡体方量 10000m<sup>3</sup>以上,与拟建公路之间的距离应相对减小。寺后坑(K122+850)泥石流形成区是寺后坑莹石矿渣 40000m<sup>3</sup>,汇水面积 0.3km<sup>2</sup>,流通区沟谷呈“V”字形,长度 400m,纵坡 15°,沟口法莲村,1989 年 7 月 23 日上午 8 时由于连降暴雨,突发泥石流,造成 20 余间房屋被毁,属典型的沟谷泥石流,目前矿山仍在续继开采,为了避免遭受泥石流地质危害,拟建公路改用高架桥形式通过。

河口淤积平原地面沉降与地下水是否过量开采关系密切,以参考当地地下水资源调查评价报告或地下水资源开发利用规划报告为主,估算累计沉降量,确定危险级别。

## 2 地质灾害预测评估

### 2.1 工程建设可能诱发的地质灾害危险性评估

根据建设项目的特点、不同地貌部位、不同路基形式及构筑物,确定地质灾害危险性预测评估体系和方法,公路工程常用的评估方法有:地质条件分析法、工程地质类比法和半定量估算法,在充分收集、了解评估区附近线形或其它工程建筑地质环境条件、地质灾害危害程度的基础上,结合本建设项目去分析推测发生地质灾害可能性。

填方路堤:影响填方路堤稳定性因素主要有:下伏地基土层岩性、厚度、力学性质,地面自然横坡度和路堤堆填高度等。丘陵山区要按不同成因时代划分地貌单元,结合初设阶段工程地质勘察报告,查明第四系松散层成因、岩性、厚度,了解岩土体的物理力学性质指标,一般路堤(路堤堆填高度小于10m)引发沉降的可能性小,高路堤(路堤堆填高度大于10m),特别是超过15m后,纵坡较陡(大于 $10^\circ$ ),填方后的路堤在动静荷载作用下,易引发推移式滑坡,应归属地质灾害危险性中等的范畴。河口平原区软土层物理力学性质差,结合当地经验,采用半定量估算法计算最大填方高度,超过此高度易引发地基土的压缩变形,同时需要提出的是沿线湖、塘淤积土厚度的调查。路堑:路堑边坡浅则几米,深至40~50m以上,是评估项目中最为复杂、最易遭受和加剧地质灾害危险性区段,影响路堑边坡稳定性由多种因素所决定,主要有:地表松散层厚度、基岩风化程度、节理裂隙及断裂发育程度、地下水、地形坡度、堑坡深度、地层产状等。路堑边坡按地层岩性不同可分为土质边坡、岩质边坡和岩土质边坡。土质边坡大部由残坡积含粘性土碎石组成,高度一般小于5m(挡墙支护),引发地质灾害可能性小;岩质边坡首先要分析岩层的结构构造特征,块状构造岩石完整,引发地质灾害的可能性小,若风化强烈,岩石呈镶嵌状、碎裂状,则易引发崩塌地质灾害。层面往往是层间裂隙水径流通道,形成薄弱结构面,特别是软硬相间、厚薄相间的粉砂岩、泥岩或沉凝灰岩区,当地层倾向与坡向一致,易引发滑坡地质灾害,特别是地层倾角小于坡角时,不论边坡的高低,都应视为稳定性差边坡,地质灾害危险性中等。如台缙高速公路(东段)仙居县船山段(K59+100~K59+260)路堑中桩深度只有3.5m,地形自然坡度仅 $20^\circ$ ,岩性为白垩系朝川组凝灰岩、凝灰质砂岩,层理清晰,倾角 $12^\circ$ ,倾向与坡向一致,在野外调查中发现坡前有多处地下水出露,呈串珠状,存在不稳定结构面,被确定为地质灾害危险性中等,2005年2月下旬路基开挖施工,发生 $4.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的岩质滑坡,当路堑边坡高度大于30m时,不论岩石完整与否,都应引起足够的重视。岩土质边坡,路堑开挖后,上部第四系松散层呈临空状,当松散层厚度超过3m,甚至2m(地形坡度 $>45^\circ$ )时,在降雨等水动力作用下,沿基岩面易引发土质滑坡,地质灾害危险性中等。因此,岩土质边坡既要调查基岩工程地质特征,又要查明第四系松散层的厚度。

半填半挖:挖方一侧可按路堑边坡特征预测地质灾害危险性,而在填方一侧与地形坡度关系密切,地形坡度越陡,填方高度越大,以地形坡度 $30^\circ$ 为例(路基宽度按26m算),填土高度可达

7.5m以上,在暴雨或人为因素诱发下易沿下伏基岩面产生牵引式滑坡,而地形坡度小于 $30^\circ$ ,只要采取一定的护坡措施后,引发地质灾害的可能性小。

隧洞:按进洞口、出洞口和洞身段地质环境条件分别推测引发地质灾害的可能性,进、出洞坡脸一般需要挂网喷浆护坡处理,所以重点要查明岩土体工程地质特征、断裂构造特征以及明洞开挖后边坡的稳定性。台缙高速公路东段柏枝岙一号隧道(全长1820m)出口处(K35+980)发育一条北西向断裂,并有一古滑坡体,确定为地质灾害危险性大,通过专家组野外验收,进一步得到论证,现场就拟定了隧洞的改线方案。而洞身段主要通过工程地质勘察资料了解隧道穿越地段的岩体结构类型、岩石风化程度、围岩类别等,重点要查明穿过隧道断层的性质、规模、位置,断层破碎带易引发掉块、坍塌、涌水地质现象,同时还要了解洞体顶板厚度变化情况。

桥梁:桥梁基础形式大部采用桩基础,桩端持力层达到设计层位后引发地质灾害的可能性小,但对河床、河漫滩松散砾卵石层厚度应作大致了解,容易引发坍塌、涌砂现象,影响施工安全。也可通过上、下游桥梁的类比,评价河床、河漫滩岩土体工程地质特征。

软土地基:软土平原区采用地基软土定性和半定量计算法,根据工程地质勘察及岩土物理力学性质指标估算堆填极限高度,软土平原区堆填高度一般在2~4m之间,基本未超过极限高度(台缙高速堆填极限高度6m),引发地基土沉降变形可能性小。但在路桥衔接部位填方高度较大(灵江特大桥设计填方高度达18.60m),甚至超过路基极限高度2~3倍,填方路堤由于压缩变形可能引发路面沉降,易造成“跳车”现象。

### 2.2 工程建设可能遭受地质灾害危险性评估

工程建设过程中或建成后可能遭受地质灾害危险性大小、危害程度及灾害范围的评估。根据已发生的地质灾害现状和工程建设可能引发地质灾害的危险隐患进行预测,概述地质灾害危险性中等(大)区段的地质环境条件,根据不同地质灾害的类型、特征、规模,对工程建设可能遭受的危害程度作出综合评估。

## 3 结束语

(1)在查明评估区地质环境条件的基础上,通过对已有地质灾害和对工程建设可能遭受或加剧地质灾害危险性评估,划分地质灾害危险性区段,为施工设计和地质灾害防治提供了依据。

(2)台缙高速公路地质灾害危险性评估,及时提出部分线路改线方案,避免了地质灾害隐患,并根据地质灾害危险程度,对推荐线和比较线的适宜性作出选择,地质灾害危险性评估是一种行之有效的方法。

## 参考文献:

- [1] 中华人民共和国国务院令 第394号. 地质灾害防治条例[S]. 2003, 12.
- [2] 国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知及其附件地质灾害危险性评估技术要求(试行)[S]. 中华人民共和国国土资源部[2004]69号, 1999, 12.
- [3] 国土资源部地质环境司, 国土资源部宣传中心. 地质灾害防治知识[M]. 1998.