

# 地质灾害危险性评估方法

李庆海

(贵州正业工程技术投资有限公司, 贵州 贵阳 550005)

摘要: 地质灾害评估作为建设工程地质灾害防治的基本依据和指导性文件, 发挥越来越重要的作用。本文对地质灾害危险性评估方法和思路进行探讨, 希望起到抛砖引玉的作用。

关键词: 地质灾害; 评估; 技术要求

## 1 地质环境的五大因素

《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》(下称技术要求), 依据 5 大地质因素判定地质环境复杂程度, 其中之一达到较高等级即为该等级, 5 大地质因素如下:

### 1.1 地质灾害发育程度

地质灾害发育程度并不是笼统地单从地质灾害覆盖面积、发育个数确定, 而要综合分析地质环境因素。比如, 某个场地局部区域地质灾害发育密度大, 但其他大部分区域几乎不发育地质灾害, 我们不能轻易下结论说地质灾害不发育、中等发育或强烈发育。我们必须首先分析地质灾害发生的构造区域、岩性、地形特征, 明确圈定同等条件下的构造区、岩性区、地形区为地质灾害强烈发育区, 其他为地质灾害不发育区。

### 1.2 地形与地貌类型复杂程度

地貌事实上主要应该研究微地貌的类型和特点。很多评估者在分析地貌的时候, 仅仅说明评估区属于山地地貌、平原地貌, 或者再仔细点的划分为丘陵地貌、峰丛洼地地貌, 再峰峦叠嶂、错落有致、连绵起伏等等胡乱描述一通, 一点意义都没有。我们必须将评估区划分为陡坎、冲沟、漏斗、斜坡、阶地、河谷等地貌区域, 进行逐一描述。诸如“厂房处于中山地貌区”、“K1+500~K3+500 段公路处于溶蚀峰丛洼地区”这样的说法, 我们认为应该进行细化: “厂房处于斜坡底部、冲沟右岸”、“K1+500~K2+100 段穿越斜坡中部、K2+100~K3+300 段公路经过山麓堆积裙区、K3+300~K3+500 段公路跨越一岩溶漏斗”。很多专家就喜欢那种泛泛而谈的灾评报告, 那样的报告看似一点问题都没有, 其实没有分析到根本问题。

地形复杂程度则主要根据地形坡度确定, 目前一般划分为: 小于 15°为简单、15°~25°为中等、大于 25°为复杂, 易于掌握理解, 不再赘述。

### 1.3 地质构造、岩性岩相、岩土体工程地质性质

岩土体工程地质性质是分析的核心, 它是地质构造、沉积环境、胶结条件、变质作用、风化作用等等综合因素作用的结果。是勘察、设计中最关心的问题。

### 1.4 工程地质、水文地质条件

目前, 国内大多数学者将工程地质条件等同于岩土体工程地质特征, 其实是一种误解和牵强。我们先看看工程地质条件的定义, 它就是地质环境包含的所有地质因素, 不只是岩土体特征。

“技术规范”将工程地质、水文地质条件分为不良、较差和良好三个等级。工程地质、水文地质条件不良, 事实上代表岩溶强烈发育、冲沟破坏性严重、存在软土震陷问题、存在膨胀土等不良地质作用发育。换句话说,

技术要求这里所说的“工程地质、水文地质条件”其实是指不良地质的发育程度。

### 1.5 破坏地质环境的人类工程活动

这是我们地质调查中容易忽略而又万万不可忽略的一大因素。笔者在云南进行某公路地质灾害评估的时候, 就同时遇到水电站开挖导致大面积滑坡、已建工程弃渣造成多条泥石流并损毁了多幢房屋、威胁拟建公路的现象。

对这些已有工程进行分析的时候, 我们应只分析其对评估对象可能造成危害的部分, 不需要对这些工程进行充分完全的分析评估。在贵州遇到一个穿越采空区的公路评估, 专家竟然要求把矿区完全划入评估范围, 并要对采矿工艺和矿区水环境进行评价, 否则不予通过, 给评估者带来极大麻烦。

### 2 地质灾害现状评估

地质灾害现状评估应根据“技术要求”, 由地质灾害发育程度和危害程度确定。地质灾害发育程度可参阅上节进行分析。

地质灾害发育程度分析方法参阅上节, 同一地质条件, 地质灾害发育及危害范围小于 10%, 可认为地质灾害不发育; 10%~50% 可认为中等发育; 大于 50% 可认为强烈发育。地质灾害危害程度参照《地质灾害勘查规范》, 威胁人数小于 3 人, 可能造成的经济损失小于 100 万元, 为危害小; 威胁人数 3~10 人, 可能造成经济损失 100 万元~1000 万元, 为危害中等; 威胁人数大于 10 人, 可能造成经济损失大于 1000 万元, 为危害大。

表 2-1 现状地质灾害危险性评估

确定因素 危险性分级	地质灾害发育程度	地质灾害危害程度
	危险性大	危险性中等
危险性大	强发育	危害大
危险性中等	中等发育	危害中等
危险性小	弱发育	危害小

### 3 地质灾害预测评估

地质灾害预测评估可以参照《地质灾害危险性评估技术规范(报批稿)》根据地质灾害发生可能性和可能造成的损失确定。

表 3-1 地质灾害危险性预测评估

地质灾害发生可能性	地质灾害可能造成的损失大小		
	损失大	损失中等	损失小
可能性大	危险性大	危险性大	危险性中等
可能性较大	危险性大	危险性中等	危险性小
可能性小	危险性中等	危险性小	危险性小

### 3.1 地质灾害发生可能性

根据“技术规范(报批稿)”, 地质灾害发生可能性由地质环境复杂程度指数和降水量指数确定。降水量指数由多年平均降水量和多年平均日最大降水量确定; 地质环境复

杂程度指数根据其规定的地形条件、岩土性质、地质构造、水文及水文地质条件、不良地质现象、破坏环境的人类工程活动等几个因素确定。根据笔者多次计算验证, 在国内多数的降雨量条件下, 以上地质因素中只要有两项达到中等复杂, 地质灾害的发生可能性就较大, 只要有两项达到复杂, 地质灾害发生可能性就大。

但事实上, 人类工程活动对地质灾害起单方面的决定作用, 岩土性质与地质构造密不可分, 水文地质与不良地质关系密切, 故笔者将其进行归并, 得出表 3-2 的结论。如果不考虑地质灾害发育程度(现状评估中已经单独进行分析), 地质灾害发生可能性恰好与地质环境复杂程度对应。

表 3-2 地质灾害发生可能性

地形坡度	小于 15°	15°~25°	大于 25°
岩土体工程地质特征	良好	较差	差
不良地质	不发育	较发育	发育
破坏环境的人类工程活动	一般	较强烈	强烈
地质灾害发生可能性	小	中等	大

注: 以上四因素中, 有一个因素达到较高等级, 即为该等级。

### 3.2 地质灾害发生损失

预测的地质灾害往往是在某范围内可能发生, 实际地质灾害是在某点发生, 故其损失判定标准不同于现状评估, 可按表 3-3 进行损失分级。

表 3-3 地质灾害可能造成的损失大小

损失大小	可能造成的 直接经济损失	直接经济损失占项目 总投资的比例	受威胁人数
损失大	大于 5000 万元	大于 30%	大于 500 人
损失中等	5000 万元~1000 万元	30%~10%	500 人~100 人
损失小	小于 1000 万元	小于 10%	小于 100 人

注: 以上三因素中, 有一个因素达到较高等级, 即为该等级。

### 3.3 拟建项目的影响

拟建项目的影响可以作为破坏环境的人类工程活动考虑, 其破坏程度大小目前尚无明确定义。贵州省一般挖、填工程按表 3-4 进行划分。

表 3-4 建设工程对地质环境的破坏程度

挖、填方厚度	小于 3m	3~6	大于 6m
对地质环境破坏程度	破坏小	破坏较强烈	破坏强烈

采空区影响范围根据《煤矿矿井采设计手册》(1996)的安全深度计算公式估算。估算公式如下:

$$H_0 = M \times k$$

式中:  $H_0$ —安全深度(m)

M—各煤层综合作用厚度(m)

k—安全系数

但是, 建议大中型填方和弃渣工程均应

# 浅谈隧道初期支护施工方案

郝洪晨

(哈尔滨铁道职业技术学院 黑龙江 哈尔滨 150081)

**摘要:**在隧道施工期间为解决结构稳定和安全问题,初期支护施工方案的确定十分重要。作为永久性承载结构的一部分,常采用超前锚杆、喷射混凝土、注浆小导管等方法。本文从工程实例总结隧道施工初期支护方案,为相关施工提供一定借鉴作用。

**关键词:**初期支护 锚杆 喷射混凝土 小导管注浆 钢架支撑

隧道开挖后,除围岩完全能够自稳而无须支护以外,在围岩稳定能力不足时则必须加以支护才能使其进入稳定状态,称为初期支护。它是隧道施工中重要的安全稳定措施,一般指锚杆和喷射砼来支护围岩,必要时采用钢纤维喷射砼或配合使用钢筋网、钢架或采用辅助施工措施(如超前锚杆、超前小钢管、管棚、地面砂浆锚杆、超前小导管注浆等)和锚喷支护相结合的支护。以下结合工程实例根据不同方案从施工方法及施工要点加以阐述。

## 1 锚杆支护

锚杆支护是通过锚杆插入岩体来加固围岩的承载能力而起到支护作用的,具有支护能力强、节省材料、工艺简单、机械施工、施工干扰小等特点,使用较为广泛。

### 1.1 施工方法

洞身开挖完经初喷后,先由测量人员用油漆按设计标定锚杆位置。锚杆采用手持风钻进行钻孔,钻孔完成后,需进行检查,发现不合格的孔应补钻。

锚杆必须与岩体主结构面成较大角度布置,当主结构面不明显时,与隧道周边轮廓垂直呈梅花形布置。

锚杆的钻孔及其安装方法应经监理工程师批准,锚杆的钻孔应圆直,空口岩面应平整,钻孔应于岩面垂直。注浆锚杆的注浆材料、所使用的外加剂、拌和方法、注浆压力、设备和注浆方法都应严格按监理工程师批准,一般注浆压力为0.5~1.0Mpa,终压为2.0~2.5Mpa。

在孔中锚定锚杆后,将锚杆伸至规定的轴向荷载。每根锚杆的抗拔力不得低于设计规定,并不应低于50KN,每300根锚杆必须抽样一组进行抗拔试验,每组不少于3根,并符合《锚杆喷射混凝土支护技术规范》(GBJ-85)的规定。

### 1.2 施工要点

锚杆及粘结剂材料应符合设计要求,锚杆应按设计要求的尺寸截取,并整直、除锈和除油,外端不用垫板的锚杆应先弯制弯头。

粘结砂浆应拌合均匀,并调整其和易性,随拌随用,一次拌合的砂浆应在初凝前用完。

先灌后锚时,注浆管应先插到钻孔底,开始注浆后,徐徐均匀地将注浆管往外抽出,并始终保持注浆管口埋在砂浆内,以免浆中出现空洞。

注浆体积应略多于需要体积,将注浆管全部抽出后,应立即迅速插入杆体,可用锤击或通过套管用风钻冲击,使杆体强行插入钻孔。

按破坏程度较强烈以上考虑,不规范堆放时均应按破坏程度强烈考虑。

## 4 其他

一般要求在建设项目可研或规划阶段进行场地地质灾害危险性进行评估,该阶段除建设规模、投资基本确定以外,建筑特征、基础形式都尚未确定。要求这个阶段进行评估,其重点就场地,从场地特点出发,说明开挖、

杆体插入孔内的长度不得短于设计长度的95%,实际粘结长度亦不应短于设计长度的95%。注浆是否饱满,可根据孔口是否有实砂浆挤出来判断。

杆体到位后要用木楔或小石子在孔口卡住,防止杆体滑出。砂浆未到达设计强度的70%时,不得随意碰撞,一般规定3d内不得悬挂重物。

## 2 喷射混凝土支护

喷射混凝土是以压缩空气为动力,将掺有速凝剂的混凝土直接喷射在岩面上,迅速凝结硬化而成。喷射混凝土早期强度高,能及时支护,节省大量钢木材料,提高施工效率,为快速掘进创造有利条件。

### 2.1 施工方法

隧道开挖完成后应立即对岩面喷射砼,以防岩体发生松弛。喷射砼采用湿喷工艺,在喷射砼前用压缩空气或压力水将所待喷面吹净,吹除喷射面上的松散杂质或石粉。

砼由预制厂生产采用强制搅拌机拌合,砼运输车运送入湿喷机料斗由砼喷射手向待喷面喷射。喷射要用先下后上S型喷射方式分层喷射,并在喷射砼达到凝后方可喷射下一层。喷射时要注意严格控制风压同时保证喷射速度适当,使喷嘴与受喷面保持适当距离(0.6~1.2m),喷射角度尽量接近90°,正确掌握喷射顺序,不使角隅钢筋前面出现蜂窝或砂囊,发现出现此现象时,及时清除受喷面上的砂囊或下垂的混凝土,以便重新喷射。喷射砼质量及厚度不小于现行规范规定和设计要求,喷射工作结束后要认真清洗喷嘴。

### 2.2 施工要点

一次喷射厚度应根据喷射效率、回弹损失、混凝土颗粒间的凝聚力和喷射层与岩层面间的粘着力等因素而定。一次喷射太厚,会使混凝土颗粒之间凝聚力减弱,特别是喷射拱顶时,更容易因混凝土的自重作用分层(喷射层与岩层分开)或脱落。喷射厚度也不能太薄,最小厚度应不小于最大骨料的粒径尺寸的两倍,否则将会使回弹量猛增,同时降低混凝土的质量。混凝土的一次喷射厚度,边墙一般为5~7cm,拱部一般为3~5cm。掺入速凝剂后,一次喷射厚度可适当增大,现场多采用拱部5~7cm,边墙7~10cm。

若设计喷射混凝土太厚,则喷射作业应分层进行,一般分2~3层喷射。两次喷射的时间间隔应根据水泥品种、施工时温度 and 有无速凝剂

等因素视混凝土的凝结情况而定,不能太短,一般要在前一次喷射层混凝土终凝之后再行复喷。间隔时间较长时,复喷应将前一喷射层混凝土表面清洗干净,复喷应将凹陷处进一步找平。

对于一些特殊的岩石,要注意用喷射数来保证混凝土能粘牢岩面。当岩面起伏比较大时,应先喷多喷凹处,后喷少喷凸处,然后找平。

由于喷射混凝土衬砌厚度较薄,特别是掺有速凝剂后,凝结时间缩短,对干燥条件变化的反映甚为敏感。因此,喷射混凝土施工1~2h应派专人进行洒水养护,养护时间一般不少于7d。

## 3 超前小导管注浆施工

按设计架立拱部钢架经检查合格后,施作定位锚杆之后,在钢架上标定小导管施作位置,利用手持风造孔,并按设计严格控制外插角,再用风钻将已加工好的钢花管顶入,尾部与钢架焊成整体,用塑料胶泥封堵孔口及周转裂隙,必要时注浆先行应对工作面及5m内坑道进行喷射封闭做止浆墙,然后采用单液注浆泵进行注浆,水泥浆标号不小于30号,注浆压力0.5~1.0Mpa,达到设计压力时持续15分钟时即可结束。注浆过程中要随时观察注浆压力及注浆泵排浆量的变化,分析注浆,防止堵管、跑浆、漏浆,做好注浆记录,以便分析注浆效果,结束5h的进行研究。利用前次注浆的1.0m左右未开挖的加固段做为止浆墙再进行小导管注浆,重复以上工作。

## 4 施工注意事项

4.1 严格按设计要求预留和顶埋消防供电、照明、维修电源插座等营运设施使用所需的洞室和线路管、孔、槽。

4.2 边墙基底虚渣、污物和基坑积水必须清除干净。严禁向有积水的基坑内倾到混凝土干拌和物。边墙基底的埋置深度应符合设计要求,扩大基础的扩大部分及仰拱的拱座应结合边墙施工一次完成。

4.3 复合式衬砌施工前严格按设计铺设防水层和顶埋排水管,并应在初期支护基本稳定后进行。浇筑混凝土时不得损坏防水层。

4.4 隧道衬砌混凝土浇筑的施工方法程序,须经监理工程师批准。衬砌施做时间,根据围岩稳定情况和支护情况确定,必须注意开挖爆破不得危害已经衬砌的混凝土。

## 参考文献

[1]孙海涛,刘东燕等.隧道支护时智能决策方法研究[J].重庆建筑大学学报,2007-06-15.

[2]《地质灾害危险性评估技术规范(报批稿)》重庆市地质环境监测总站主编;

[3]云南省《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》云国土资环[2004]267号;

[4]1:50000《滑坡崩塌泥石流灾害详细调查规范》中国地质调查局水文地质环境地质部。

## 参考文献

[1]《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;