

安溪县湖上地面塌陷地质灾害成因分析

王超鹏

(福建省安溪县国土资源局, 福建 安溪 362400)

摘要: 2006年8月中旬, 福建省安溪县湖上村发生地面塌陷, 房屋开裂等地质灾害。本文通过对该区的环境地质条件和地面塌陷的分布规律进行详细调查分析, 提出: 可溶性石灰岩和上部较厚的残坡积粘土盖层是地面塌陷的地质条件; 深部及周围石灰岩矿的开采, 矿井对地下水的疏干, 加强了岩溶隙和土洞的形成; 降雨对上覆土体起到软化增重作用, 使土的 c 、 ϕ 值明显下降, 加速了地面塌陷。

关键词: 环境地质条件; 地面塌陷; 成因分析

1 前言

2006年8月中旬, 安溪县湖上乡陆陆续续下了几场雨, 虽然每场雨不是很大, 但间隔不长。8月20日左右, 安溪县湖上村高边桥及安仔一内畲角落发现了几处地面塌陷坑, 这些塌陷坑分在东西向长近800m, 南北向宽近400m, 面积达近30万 m^2 的范围内, 其中, 高边桥角落近12万 m^2 , 安仔一内畲角落近18万 m^2 。地质灾害的基本情况如下:

(1) 高边桥角落。在高边桥角落共发现多个大小不一的塌陷坑, 其中1个为今年6月中旬4号台风时发生的, 其余大都为旧塌陷坑。在塌陷坑周围有多处民房受损; 另外, 该角落可见多处小滑坡。据调查, 高边桥角落发生大规模地面塌陷坑是在2001年4月以后, 尔后这里被列为搬迁区, 目前仍有少数房屋有人居住。

(2) 安仔一内畲角落。该处地质灾害的表现形式, 一是发现多个大小不等的塌陷坑; 二是地表产生多条地裂缝或裂隙, 走向大致近东西方向, 并依次向南错落; 三是多幢民居的墙体及周围地面发生开裂或底鼓等现象。

2 受灾区的地质背景

(1) 地形地貌特征。整个受灾区座落在一座单面山坡上, 东西长约400m, 南北宽200m, 呈南东走向。北高南低, 南边是湖珍溪。地形陡峻, 最高山峰海拔标高656m, 最低海拔标高为湖珍溪490m, 坡度角在30~50°。冲沟切割甚剧, 水土流失严重, 人工堆积物、滑坡、岩溶塌陷和滚石随处可见, 地形遭受严重破坏。

(2) 地质概况。受灾区的基岩以不同时期的碳酸岩系为主。上部主要为下二叠统栖霞组。该组地层岩性上部为一套含燧石灰岩和硅质岩, 易破碎成小颗粒; 中部为一套质纯的微晶灰岩, 晶间孔隙、溶隙发育, 易形成溶洞; 下部为一套透辉石角闪岩, 是主要隔水岩组, 是中部灰岩形成溶洞的有利条件。下部为上石炭统船山组灰岩。

基岩上部覆盖一层5~20m厚的松散堆积层, 松散堆积物主要为山坡上部下二叠统童子岩组泥岩垮落下来的残坡积物和栖霞组顶部燧石灰岩和硅质岩风化残积物, 以粘

土、亚粘土、砂、碎石为主。

受灾区构造相对复杂, 区域上处于感德—长坑背斜的东翼, 受北北东向构造影响较为厉害。

(3) 岩溶与水文地质概况: 受灾区地下水有孔隙水和岩溶水两种。孔隙水赋存于上部松散堆积层中, 由于受灾区底部有5个矿井在开采石灰石矿, 矿井的疏干作用, 已形成地下水下降漏斗。目前上部松散堆积层的孔隙已成为地表水和深部地下水的连通通道, 不再是所谓的地下含水层。

岩溶水赋存于碳酸盐岩的溶隙、溶孔、溶洞中。从矿井揭露的资料看, 受灾区岩溶极为发育, 溶洞与溶洞的间距不到100m, 而且中上部石灰岩中发育的溶洞大部份与上覆的松散堆积层沟通。随着地下水位的下降, 溶洞充填物的压实, 在地表上形成许多大小不一的塌陷坑。矿坑中经常遇见突水、突泥现象。由于受灾区背靠高山, 前临河流, 原来的地下水极为丰富, 地下水迳流由北东向南西排泄, 排泄条件好, 因此在该区形成许多溶洞。随着珍地至雪山一带石灰岩的开采水平不断深入, 矿井的疏干作用, 形成较大的降水漏斗, 整个受灾区变成一个大的海绵体, 随时会被压实、塌陷。

3 地质灾害成因分析

3.1 高边桥角落

高边桥角落塌陷坑等地质灾害主要形成于2001年, 大多为旧塌陷坑。当年有关部门曾经作过专题调查。塌陷坑的形成并导致民居受损的主要原因是:

受灾区的基岩(石灰岩)中溶洞比较发育, 其顶部松散的残坡积覆盖层, 由于导水断层的疏干作用, 使与松散盖层相沟通的溶洞发生溶洞塌陷或溶洞充填物的滑落现象, 导致地面发生塌陷坑; 再加上在浅部开采的D7、D8号矿洞开采石灰岩矿, 造成地下水降落漏斗范围加大, 上覆松散盖层失去浮托力而失稳, 加快了致塌的速度。另凹凸不平的石灰岩基岩面, 使松散盖层发生不均匀沉降, 造成受灾区范围内的民房破坏程度不一。连续降雨对松散盖层

收稿日期: 2008-09-08 修回日期: 2008-10-07

作者简介: 王超鹏(1969-), 男, 福建安溪人, 工程师, 长期从事矿山安全、地质灾害管理等工作。

的岩土体起到充水增重和软化作用,加速了岩溶地面塌陷。今年6月份4、5号台风带来的强降雨,也造成一些新的塌陷及新的地裂隙、裂缝。

总之,高边桥角落地面塌陷的主要根源是房子建在一个随时可能发生地质灾害的地质体上,加上自然因素(如下雨)的影响,以及底部采矿活动促进并加快了受灾区致塌的速度。

3.2 安仔—内舍角落

此处地质灾害发生的原因与高边桥角落大致相同,不过由于采矿方法及开采深度的不同,灾害发生的时间和严重程度有所不同。具体原因有以下几方面:

(1) 受灾区顶部覆盖层为松散状下二叠统童子岩组泥岩的残坡积物,厚度约35~55m;地面坡度25~35°。今年6月份4、5号台风带来的强降雨,对松散盖层的岩土体起到充水增重和软化作用,使部分房屋前后边坡发生滑动而引起的房屋损坏。

(2) 受灾区底部基岩为可溶性石灰岩,不远处有向北流去的坡降比较大的小溪,灰岩上界面高于当侵蚀基准面,因此溶洞发育是肯定的。溶洞的存在是岩溶地面发生塌陷的前提条件。

(3) 受灾区下部凹凸不平的石灰岩基岩面,使得其上部的松散盖层发生不均匀沉降,造成受灾区范围内的民房受到不同程度的破坏。

(4) 该区下部有一个石岩矿(集安矿井)正在开采石灰岩矿,其开采量大,现有450m和380m两个中段在开采,年产石灰岩矿100万吨。一方面造成地下水漏斗的扩大;另一方面,揭穿导水断层和封闭质量很差(或未封闭)的钻孔时,就对石灰岩上覆的松散盖层的地下水起到疏干作用,促进并加快地面塌陷坑的形成并最终导致地面房屋的损坏。

4 岩溶地面塌陷的形成条件与形成机理

4.1 岩溶地面塌陷的形成条件

岩溶地面塌陷的基本条件是:岩溶洞隙的存在、一定厚度的松散盖层、复杂的地质构造和水动力条件易于改变的岩溶地下水。这些因素决定了岩溶塌陷的分布规律和活动强度。

(1) 岩溶洞隙与岩溶地面塌陷的关系。岩溶洞隙是岩溶地面塌陷产生的基础。岩溶的发育有强弱之分,一般可溶岩岩性较纯,连续厚度较大,出露分布较广,断层较发育、岩层较破碎,岩溶较发育。同时岩溶洞隙又受岩溶地下水排泄基准面的控制,多发育于浅部,向深部逐渐减弱。受灾区出露的可溶性岩正好是栖霞组第二段的微粒灰岩,岩性质纯,又距侵蚀基准面近(河流就在受灾区的南侧),因此形成许多岩溶洞隙,这在巷道中均可得到证实。岩溶洞隙与松散覆盖层的连通程度是影响岩溶塌陷形成的重要因素,岩溶地下水的活动,塌陷物质的运移都是通过洞隙连通处进行的。洞隙规模越大,塌陷也越大。受灾区地表上就有大小不等的数个塌陷坑,也就是这一道理。

(2) 地质构造与岩溶地面塌陷的关系。区域上受灾区处于感德—长坑背斜东翼,构造活动较为活跃。受灾区东

南部的珍地矿区,经地质勘查揭露,断层纵横交错,可见该区也不例外。这一构造的复杂性决定本区基岩含水层具有很好的渗透性和导水性,为地下水活动提供了主要通道。

(3) 覆盖层岩土性质、厚度与岩溶地面塌陷的关系。岩溶地面塌陷是盖层土体在各种致塌因素作用下所产生的塌落现象。从致塌条件分析,随土的颗粒变粗,其抗塌性能变差;随含砂量的增加,其抗塌性降低;均匀结构的粘土具有最好的抗塌性。受灾区的松散盖层主要由半山坡上的童子岩组泥岩层垮落残积下来和风化残积土组成,以粘土、亚粘土、砂、碎石为主,是极易致塌的松散盖层。

除覆盖层性质外,覆盖层厚度对岩溶塌陷也具有重要影响。依据我国部分地区岩溶地面塌陷的实际资料统计(下表),盖层厚度在5~15m,最容易塌陷。据受灾区几个塌陷坑和房子后坡揭露情况,松散覆盖层的厚度在5~15m,极易引起塌陷。

不同厚度松散盖层中岩溶塌陷分布统计表

松散盖层厚度(m)	<5	5~10	10~15	15~20
塌陷数(个)	2	42	29	5
所占比例(%)	2.6	53.8	37.2	6.4
备 注	资料来源于地质出版社出版的《地质灾害灾情评估理论与实践》一书			

(4) 开采及矿坑疏排岩溶水强度与岩溶地面塌陷的关系。过量开采岩溶水和矿坑疏排岩溶水加快原来就要发生岩溶地面塌陷的速度。受灾区下部的集安矿井进入该区下部开采石灰岩矿,疏排岩溶水,造成原有地下水的平衡条件受到破坏,地下水降落漏斗增大。受灾区正好处在地下水位降落漏斗区内,水力坡度加大,地下水流速增加,地下水对松散盖层及岩溶充填物的潜蚀和搬运作用加强,因此导致地面塌陷或不均匀沉降。

此外,降雨对松散盖层的岩土体起到充水增重和软化作用,以及垂直渗透潜蚀作用。地下采矿引起的爆破和车辆运输引起的振动也会造成溶洞顶板的塌落而形成塌陷。

4.2 岩溶地面塌陷形成机理

受灾区的松散覆盖层的岩性、厚度正好是致塌的主要因素;可溶岩中溶洞极其发育,而且上部许多溶洞与松散盖层沟通,是本区岩溶塌陷的基础。导水断层发育,是疏干岩溶地下水的主要通道。采矿引起的矿坑排放岩溶地下水,增大的降落漏斗的半径,对松散盖层及溶洞充填物起到潜蚀、搬运作用。受灾区的民房正好建在这样一个复杂多灾的地质体上,加上近段时期的天气多雨,加速岩溶地面塌陷的发生。

5 结束语

(1) 受灾区的基岩为可溶性石灰岩,又处在河流的边缘,所以溶洞发育,尤其是与松散盖层沟通的溶洞在地表上已形成许多塌陷坑。这一条件是本次岩溶地面塌陷的基础,即使这次没有发生,将来也会发生,并且有可能扩大受灾范围。

(2) 受灾区顶部松散覆盖层厚度在5~15m,岩性为山坡上的下二叠统童子岩组泥岩垮落下来的残坡积物和栖霞组顶部的燧石灰岩、硅质岩的风化残积物。其厚度和岩性

(下转第51页)

差异。地层中的废弃矿井洞被粘土或碎石土等充填,故废弃矿井洞与其围岩之间也存在着一定的差异,因此,具备了进行地震映像勘探的地球物理前提条件。

2.3 各种电法勘探方法推断采空区废弃矿井洞及勘探深度

(1) 高密度电法。①首先从KS断面等值线图上识别低值KS异常,异常范围一般较采空区废弃矿井洞范围要大一些,这是由于采空区废弃矿井洞周围具有较为发育的裂隙,Ks异常是采空区废弃矿井洞及裂隙的综合反映。②从较大规模、异常幅度较大的KS异常中推断采空区废弃矿井洞的存在和范围,这是由于采空区废弃矿井洞相对较大的电性差异所引起的。③从KS断面等值线图上识别低值KS异常,在整个断面控制范围内无法用一个统一的KS值。因为KS异常存在于电阻率随深度增加而增加的趋势中一次导数尚未彻底消除这一趋势,低值KS异常只能是反映一定范围采空区废弃矿井洞异常。④对于地形起伏,小路、沟渠等引起的一次畸变造成的异常,根据野外工作记录进行剔除。

(2) GDS法。该方法是在传统电法勘探的基础上发展起来的,其基本原理是依据所探测的地层(或目标物)的电性在深度方向上变化率的大小来推断地质情况的,其推断原则基本同高密度电法。

(3) 地震映像法。地震映像资料的分解以地震映像时间剖面图为基础。图中各波的时序分布关系与形态特征是地层地质现象的客观反映、地震映像时间剖面图中各波组同相轴能量变化、频率变化、扭曲错动等物理现象是判断采空区废弃矿井洞断裂构造的依据。即依据映像资料在运动学和动力学方面的变化特征来分析地下介质的非连续性和各向异性变化,从而推断采空区废弃矿井洞的发育范围。

(4) 物探深度。结合各物探工作方法的工作性质,特点及以往采空区废弃矿井洞勘察方法所积累的资料,成功的经验可得:为了提高勘察的分辨率,获得较准确的采空区废弃矿井洞存在信息,高密度电法采用四极装置,勘探深度一般小于50m;GDS法采用四极测深装置,勘探深度一般在30m左右,地震映像法勘探深度一般在30m左右。

3 典型桥桩位处物探方法判断的采空区废弃矿井洞与实

(上接第44页)是岩溶地面塌陷的理想覆盖层。

(3) 本次发生的塌陷坑和受灾较严重的地方正好处在一条导水断层上,由于地下水通过该导水断层进入与断层沟通的巷道,然后疏干,引发已沟通松散盖层的溶洞发生塌陷。

(4) 受灾区底部矿井开采石灰矿,疏干了地下水,造成地下水降落漏斗范围加大,使得上覆松散盖层失去浮托力而失稳,加快了致塌的速度。加上本来就凹凸不平的石灰岩基岩面,刚软相碰,使得受灾区范围内的松散盖层发生不均匀沉降,造成受灾区范围内的民房破坏程度不一。

(5) 4月15~20日的连续降雨对松散盖层的岩土体起

际成孔过程中采空区废弃矿井洞的对比分析

准格尔旗黑岱沟大桥5号墩,其桩位处的地质情况,在施工图设计阶段分别用高密度电法,GDS法及地震映像技术等物探方法进行了勘探。

勘探结果分析与现场实际成孔过程中所提示的采空区废弃矿井洞发育情况完全吻合,由此,可见以上三种物探方法用于桥梁桩基处的采空区废弃矿井洞判断是可行的。

4 结论与建议

(1) 以上几种的物探方法所得出的综合地质剖面,只可了解采空区废弃矿井洞异常及深洞的埋深及沿墩台走向一维的水平位置,从平面图上了解异常在二维平面上的展布情况,因此,要了解采空区废弃矿井洞在沿路线走向方向的分布,应加密测线的布置或者结合其他地勘手段才能精确反映采空区废弃矿井洞的三维情况。

(2) 采空区废弃矿井洞的客观分布有一定的规律性,但是单个采空区废弃矿井洞的分布却无规律可循,如果采空区废弃矿井洞勘探工点的电性背景值较小,采空区废弃矿井洞所引起的异常更小;如果弹性背景值较大,但是采空区废弃矿井洞规模不大,且其中又被与具备景值差异较小的物质充填,采空区废弃矿井洞引起的异常也不大,另外采空区废弃矿井洞、裂隙、节理、地形地貌、沟渠、小路等均会对物探曲线产生影响。

(3) 基岩面的深度以物探方法确定时,应参考地质钻孔资料综合分析才能决定,不同地区、不同跨径桥梁桩基处的物探方法应有所选择。

(4) 传统的地质钻探方法在地层岩性致密的地区,因地质均质性较好,作为判定地基承载力,地质分层情况的方法是十分有效的、可行的,但是,在采空区发育地区,该方法却存在一定的局限性,地质钻孔取样所提示的地质条件并不能完全反映桩位处采空区废弃矿井洞、裂隙的发育状况,因此,建议在采空区发育地区,应根据桥梁跨径、岩层分布等情况选择合适的物探方法进行补充勘探,以做到经济、合理、安全、可靠地探明桩位处的地质,确保工程安全。

参考文献:(略)

到充水增重和软化作用,以及垂直渗透潜蚀作用,加速了岩溶地面塌陷。湖上-珍地一带几次地质灾害都是发生在4~10月的雨季。

总之,受灾区的民房塌陷的主要根源是房子建在一个随时可能发生地质灾害的地质体上,加上自然因素(如下雨)的影响,造成本次灾害的发生。当然,周围采矿活动加快了受灾区致塌的速度。

参考文献:

- [1] 刘传正等. 地质灾害勘查指南[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [2] 张 梁等. 地质灾害灾情评估理论与实践[M]. 北京:地质出版社,1998.
- [3] 戴定贤等. 泉州市主要地质灾害成因分析. 学会,2001(8):205~208.

安溪县湖上地面塌陷地质灾害成因分析

作者: [王超鹏](#)
作者单位: [福建省安溪县国土资源局, 福建安溪, 562400](#)
刊名: [中国西部科技](#)
英文刊名: [SCIENCE AND TECHNOLOGY OF WEST CHINA](#)
年, 卷(期): 2008, 7 (29)

参考文献(3条)

1. [刘传正](#) [地质灾害勘查指南](#) 2000
2. [张梁](#) [地质灾害灾情评估理论与实践](#) 1998
3. [戴定贤](#) [泉州市主要地质灾害成因分析](#) 2001 (08)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgxbkj200829021.aspx