

Research on Geological Disaster Control and Pile Foundation Design Countermeasures in Karst Ground Collapse Area

Qiang Yang Yaping Qin

Surveying and Mapping Geographic Information Center of Sichuan Geological Survey Institute, Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

The geological conditions of karst ground subsidence area are more complex, especially under the action of internal force and external force, the silver ground collapse problem seriously damages the original terrain structure, which is not conducive to engineering construction. Based on this, it is necessary to explore the geological disasters in karst ground subsidence areas, analyze the types and hazards of geological disasters, and take targeted management measures, especially to optimize the application of pile foundation construction technology to reduce the chance of geological disasters. This paper mainly analyzes the geological disaster control measures in the karst collapse area, and optimizes the design countermeasures of pile foundation, so as to improve the effect of geological disaster prevention and control, ensure the stability of the karst ground collapse area, and create stable conditions for the project construction.

Keywords

karst ground; subsidence area; geological disaster; control measures; pile foundation design

岩溶地面塌陷区地质灾害治理及桩基设计对策研究

杨强 覃亚平

四川省地质调查研究院测绘地理信息中心, 中国·四川·成都 610000

摘要

岩溶地面塌陷区的地质条件较为复杂, 尤其在内力与外力作用下, 银地地面塌陷问题, 严重破坏原有地形结构, 不利于工程建设施工。基于此, 要趁岩溶地面塌陷区地质灾害勘查工作, 对地质灾害类型、危害性进行分析, 采取针对性的治理措施, 尤其要对桩基施工技术优化应用, 减少地质灾害的出现几率。论文主要对岩溶地区塌陷区地质灾害治理措施进行分析, 并优化桩基设计对策, 从而提升地质灾害防治效果, 保障岩溶地面塌陷区的稳定性, 为工程建设施工创建稳定条件。

关键词

岩溶地面; 塌陷区; 地质灾害; 治理措施; 桩基设计

1 引言

岩溶发育不均匀, 地表较为脆弱, 加大了地面塌陷事故的出现几率, 严重危害周边建筑物的稳定性, 加大了建筑物沉降范围。为了减少岩溶地面塌陷区地质灾害的出现, 保障地质结构的稳固性, 需要采取科学合理的地质灾害治理措施, 同时要采用桩基础, 实现建筑物沉降范围的有效控制, 优化桩基础设计, 保障岩溶地面塌陷区的稳定性, 减少地质灾害的出现几率。

2 岩溶地面塌陷地质灾害发生原因

2.1 溶洞土洞发育

溶洞土洞发育是引起地质灾害的重要因素之一, 当地

下水侵蚀上方覆盖土层时, 土体会进入到岩溶管道内, 导致基岩面上方出现空腔。在地下水位影响下, 会引起空腔全面侵蚀, 导致内部和底部的土体被带走, 致使空腔范围扩大。当顶托力到达极限后, 会引起土体下落现象。空腔就是溶洞土洞, 如果空腔持续发育, 会引起土体位移、换位空间存储问题, 进而引发地面塌陷现象^[1]。

2.2 施工降水

施工、降水是引起岩溶地面塌陷区地质灾害的重要因素。在施工环节中, 往往需要持续向下开采, 严重扰动地层结构稳定性, 这是诱发地质灾害的重要因素。此外, 当外部降水流量较大时, 会引起地下水位提升, 加大岩溶地面塌陷出现几率。如可以通过仿真模拟软件构建地下水水质模拟模型, 通过数学方式, 对水文地质单元概念模型进行详细描述, 可知施工、降水是引起岩溶地面塌陷的诱发因素之一。

【作者简介】杨强(1986-), 男, 中国四川岳池人, 本科, 高级工程师, 从事水文地质、工程地质和环境地质研究。

3 岩溶地面塌陷地质灾害形成机理

岩溶地面塌陷是在空腔发育基础上形成的，地下水持续保持波动状态，引起空腔面积不断扩大，致使地质灾害发生临界条件。持续的施工作业会严重扰动地层结构，再加上外部降水问题，致使岩溶地面塌陷问题的发生。如在施工过程中，持续性抽取地下水，水位到达最低数值。其中引起地下水波动时，土洞发育深对水位引起一定的影响，致使空腔发育，且在水位持续下降作用下，降低水托力，空腔扩大，引起地质灾害现象^[2]。此外土洞发育较浅，加快了水位下降速度，再加上后期降雨的影响，致使地表水进入到地下水系统中，在地表水的影响，引起土体转化问题，导致空腔底部、内部土体被带走，引起地面塌陷问题。由此可见地质灾害的出现，需经过一定的发育时间，且要做好预防措施，优化调整施工计划。其中，岩溶地面塌陷类型如表1所示。

表1 岩溶地面塌陷类型

一级(按塌陷成因)	二级(按诱发塌陷因素)	三级(按塌陷位数量)
自然塌陷	泄漏、河水位升降	大量 $n \geq 1000$ 中量 $100 \leq n < 1000$ 少量 $10 \leq n < 100$ 个别 $1 \leq n < 10$
自然-人为塌陷	降雨入渗、表水渗漏、干旱蒸发	
人为塌陷	排水塌陷、潜水塌陷、抽水塌陷、荷载塌陷、蓄水塌陷、扰动塌陷	

4 岩溶地面塌陷区地质灾害治理措施

4.1 常用治理技术

①清除填堵法，针对塌坑较浅，或者浅埋土洞问题，要通过清除填堵法对岩溶地面塌陷区地质灾害进行治理。在具体操作中，要清理松土，并在塌陷区域回填块石、碎石，形成反滤层。在回填层上方涂改粘土，并夯实，增加密实度，防止出现塌陷问题。如果周边存在重要建筑物，需要开挖后回填混凝土，或者利用混凝土灌浆技术实现有效治理。②跨越法，当塌陷坑较大且深时，要通过跨越法进行操作，把跨越结构作为梁板跨越基础，其中梁板两端要支承在稳定岩体、土体上方，保障支承长度在1m以上。③强夯法，该方式能够夯实土体，保障夯锤在15t左右，下落高度为10~40m之间，确保夯锤能够自由落体，产生充足的冲击力，从而增加土体密实度。该方法强化土体强度，且清除塌陷区隐伏土洞和软弱带^[3]。④灌注法，该技术应用中，需要通过专业钻孔设备对填料进行灌注，以便增加土层强度，填充岩溶洞隙，隔断地下水流通道，防止出现塌陷现象。该技术还能够对建筑物地基进行加固，防止建筑物出现塌陷问题。常用的灌注材料为水泥、碎料、速凝剂等。常用碎料为砂、矿渣；速凝剂为水玻璃、氧化钙等。在灌注作业中，要通过低压间歇定量方式进行灌注，也可以利用循环式灌注方式进行操作，对灌注时间进行合理控制。要做好灌注液比例调整工作，进一步提高整体土体结构强度。⑤深基础法，当岩溶塌陷区域深度较大时，可以通过桩基结构、沉井等方式进行处

理，以便把荷载力传递到基岩上方，强化地质灾害防治效果。在深基础法应用中，要做好注浆预处理工作，并选择合适的护筒形式，优化泥浆选择，并通过钻冲方式对溶洞裂隙进行操作。在基础加固工作中，要保障钻机穿越到覆盖层，并在冲击力作用下完成基岩施工。要加固护筒刃角，通过高压旋喷方式对基岩、护筒间的裂隙进行处理，防止出现漏水、漏浆问题。同时要做好浆液补充工作，确保孔内水压保持平衡状态。⑥旋喷加固法，该方法能够利用旋喷桩形成硬壳层，并建设筏板基础，从而避免出现岩溶地面塌陷现象。要结合地质环境条件、建筑物结构分布情况，对硬壳层厚度进行针对性设计。⑦地表水治理，常用的地表水处理方法包含疏、排、围、改，以便对地表水进行良好疏导，或者利用围堵、改道方式进行处理。⑧平衡地下水、气压力法，当水位上升、下降时，会改变岩溶腔内水气压力，引起气爆或冲爆塌陷问题。在具体操作中，要对岩溶通道分布情况进行分析，优化选择管道通气装置，保障水、气压力数值保持平衡状态，防止水气不平衡出现安全事故。其中，岩溶塌陷区地质灾害防治方法如图1所示。

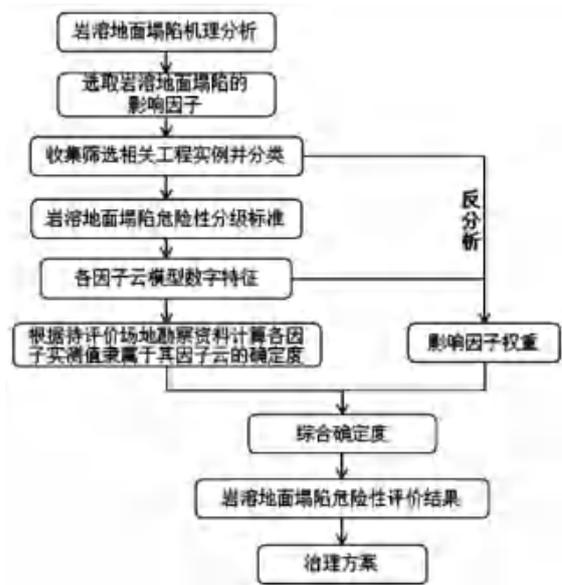


图1 岩溶塌陷区地质灾害防治方法

4.2 完善地质环境监督保护机制

为了提升岩溶地面塌陷治理活动的高效进行，需要结合实际情况，编制可行性的监督保护体系，健全监测设备体系，对岩溶地面塌陷区的异常变化进行动态监测，尤其在矿产开发活动前，要提前采取科学合理的灾害预防措施，防止大规模抽水和排水。在塌陷区设置警示标志，严禁行人、车辆进入危险区域。此外还需要设置防渗渠道，在岩溶地面铺设混凝土，保障地表结构稳固性。在工程项目建设施工中，要完善质量监督，落实“谁建设，谁负责”“谁批准，谁负责”的管理机制，明确管理责任，保障塌陷区地质灾害治理效果的提升^[4]。

4.3 强化地下资源保护

为地质灾害治理作业中,要强化对地下资源的维护管理力度,严格管控非法深井取水的行为,避免大量抽取地下水,防止危害岩溶地面稳定性。要按照循序渐进的原则开展岩溶地区的地下水开采工作,对开采深度进行严格控制,避免影响地下水位稳定性。针对潜伏发育的岩溶地区,该区域的动水位较高,通常为28~40m左右,要做好动水位监测工作,对地下水发展趋势进行分析,为岩溶开采作业的优化改进提供依据。要严格控制在经营活动,提高矿山开采准入门槛,对矿山扩建、开采进行严格的行政审批,强化安全防范意识。

5 桩基设计在地质灾害治理中的应用要点

5.1 桩基设计

在桩基设计中,要优化选择桩基材料,结合施工条件、地质特性等,对桩基的尺寸、型号等进行优化选择,同时要科学设计承台尺寸、埋深,明确桩基数量、布置方法等,精准计算桩基承受能力,使其与参考荷载标准保持契合性。为了减少沉降量,需要适当使用减沉桩,即减少桩基数量,将其沉降量,使其在实际承受力以下,从而实现减沉目标。在软土地基上建设建筑物时,要对地基强度、变形情况进行详细了解,并选择合适的软土地基处理方式,进一步强化软土地基强度,增加地基稳定性,有效控制软土沉降、不均匀沉降问题,此外还可以通过换土、排水固结方式对软土地基进行处理^[5]。如果软土地基较厚,需要利用钢筋混凝土方式进行处理,或者使用砂桩、堆载预压等方式进行处理。在桩基础应用中,其两端分别承载建筑物上层荷载、土体挤压力,以便对上方在合理进行转移,使其转移到下方岩土中,从而减少承载负荷,避免出现建筑物沉降。通过桩基础的应用,能够提升抗倾覆能力、抗震能力。

5.2 地基模型

地基模型,能够对土体受到外力作用进行真实反映,并通过数学表达方式对地基土应力和应变关系变化特点进行真实呈现。在选择地基模型时,要结合建筑物地基承载力、性质、负载能力等因素,确保模型能够对受力情况、力学性质进行真实详细描述,且方便进行计算分析。当建筑物荷载较小且地基承受力较大时,要通过线性弹性地基模型进行分析,即通过分层地基模型进行操作,该方法能够对地基土分

散、变形特点进行分析,尤其可以对土层非均质性进行检测,保障计算结果准确性。明确场地、建筑物形式后,要对荷载力、建筑类型、地质条件等因素进行综合分析,从而优化选择地基模型。模型参数包含材料、荷载力、几何形状等因素,同时要对土层分布、土地变形、荷载在地基中引起的应力、上层结构刚度、埋置深度等因素进行全面考虑。

5.3 变形模型

在对桩基进行设计时,需要对沉降量进行综合考量,为地基设计评价提供标准依据。在具体操作中,要对地基静荷载力作用后的沉降量进行预测分析,并通过三部分相加的防护进行精准计算,其中沉降量为畸变沉降量、固结沉降量、次压缩沉降量之和。在具体操作中,固结容易引起部分饱和土中桩出现沉降问题;其中沉降与消散空隙水压存在一定关系,即流变。在进行计算作业中要充分考量固结、流变等参数。所以,在建立桩基础模型时,要对土特征、孔隙水压变化、结构应力、桩基与建筑物变形和受力变化情况进行全面考虑,从而保障桩基设计的合理性。计算桩基沉降的模型有:实体深基础模型,在具体操作中,将相邻桩之间的地基土作为实体,建筑物沉降就是整个实心体在地基下部分的压缩变形;连续体模型,对桩、土等参数进行计算,建筑物沉降就是两个介质一起垂直变形。

6 结语

综上所述,岩溶塌陷区地质条件较为复杂,容易出现大量的地质灾害,需要结合实际情况,选择科学合理的地质灾害处置方法,并优化桩基模型设计,充分发挥桩基在岩溶地面塌陷区地质灾害处理中的应用功能。

参考文献

- [1] 席亚龙.岩溶地面塌陷区地质灾害治理方法研究[J].绿色环保建材,2021(10):23-24.
- [2] 任辉,任朝栋.岩溶地面塌陷区地质灾害治理方法研究[J].冶金管理,2020(15):102-103.
- [3] 刘莉莉.岩溶地面塌陷区地质灾害治理措施分析[J].地球,2018(6):94-95.
- [4] 尚掩库.岩溶地面塌陷区地质灾害治理及桩基设计探究[J].山西建筑,2012,38(24):72-73.
- [5] 陈玉如.岩溶地面塌陷区地质灾害治理及桩基设计[J].徐州建筑职业技术学院学报,2006(3):5-8.