

# 岩溶地基工程地质勘察技术措施之研究

刘启玉 刘江波 刘洪伟

中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i11.2027

**[摘要]** 近年来,随着我国经济发展速度的不断加快,工程项目数量不断增加的同时对工程项目建设质量提出了更高要求。岩溶地基是一种常见的地基类型,由可溶性岩石在水的长期物理、化学作用下塑造出的独特地质现象,因其复杂的特性,给工程建设带来难度,为确保工程项目的建设质量,就必须切实做好岩溶地基工程地质勘察工作。基于此,本文将分析岩溶地基工程地质勘察技术的意义,探究当前岩溶地基常见的工程问题,研究岩溶地基工程地质勘察技术类型。

**[关键词]** 岩溶地基工程; 地质勘察; 技术; 措施; 研究

中图分类号: F407.1 文献标识码: A

## Study on technical measures of geological survey of karst foundation

Qiyu Liu Jiangbo Liu Hongwei Liu

China Nonferrous Metals Industry Kunming Survey and Design Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** In recent years, with the acceleration of China's economic development, the number of projects is increasing at the same time to the project construction quality has put forward higher requirements. Karst foundation is a common type of foundation, a unique geological phenomenon shaped by soluble rock under the long-term physical and chemical action of water. Due to its complex characteristics, it brings difficulties to the engineering construction. In order to ensure the construction quality of the project, it is necessary to do a good job in the geological investigation of karst foundation engineering. Based on this, this paper will analyze the significance of technical geological survey of karst foundation, explore the common engineering problems of karst foundation, and study the types of technical geological survey technology of karst foundation.

**[Key words]** karst foundation engineering; geological survey; technology; measures; research

岩溶是指地表水和地下水对可溶性岩石进行溶蚀和沉淀、侵蚀和沉积,以及重力崩塌、堆积等作用形成的地表和地下形态的总称。我国岩溶地区分布较广,分布面积约占国土总面积的1/3。岩溶地区地形地貌复杂、形态多样、发育规律性差,导致其稳定性问题突出。因此,在岩溶地区开展项目工程建设时要先进行地基稳定性评价。在工程地质勘察中,必须查明岩溶发育情况,分析岩溶对工程建设的影响,才能提出岩溶地基处理措施和建议,确保工程建设安全。

### 1 岩溶地基工程地质勘察技术的意义

#### 1.1 保障工程安全稳定

岩溶地区常出现溶洞、溶沟等不良地质特征,其地基稳定性差,不利于工程展开。通过勘察技术能查明地基中岩溶的分布、规模大小和发育状况,提前识别岩溶地基的安全隐患,为工程设计提供有效依据、奠定坚实基础,预防风险,避免因地基塌陷、不均匀沉降等问题导致建筑物开裂、倾斜甚至倒塌,确保工程在使用期内的安全稳定<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 节约工程成本

精准勘察可避免不必要的工程处理措施。若盲目加大基础设计尺寸或采用高成本的地基处理方案,会增加工程成本。而通过勘察明确岩溶具体情况,可选择最适宜的处理方法,节省人力、物力和财力。比如,若勘察发现溶洞较小且对地基影响不大,可采用简单填充处理,无需进行大规模加固,节省资金。

#### 1.3 保证工程进度

提前掌握岩溶地基状况,能合理安排施工计划和方法。若施工中才发现岩溶问题,可能导致施工中断、变更设计,延误工期。例如,提前得知岩溶分布,可在施工前制定针对性施工方案,确保工程顺利推进。

#### 1.4 保护环境

合理的勘察能避免因工程建设对岩溶地区生态环境造成破坏。岩溶地区生态脆弱,不当施工可能引发地面塌陷、地下水污染等环境问题。通过勘察制定科学施工方案,可减少对环境的负面影响,实现工程建设与环境保护的协调发展。

## 2 岩溶地基常见的工程问题

### 2.1 地基沉降与塌陷

在岩溶地区,由于地下溶洞、土洞的存在,地基的承载能力分布不均。当建筑物的荷载施加在这样的地基上时,溶洞或土洞顶部的岩土体可能无法承受上部荷载,从而发生塌陷,导致地基沉降。这种沉降往往是不均匀的,会使建筑物产生倾斜、裂缝等病害,严重影响建筑物的正常使用和结构安全,还可能引发周边环境的连锁反应,如道路破坏、地下管线断裂等,给周边人民的生活和生产带来诸多不便<sup>[2]</sup>。

### 2.2 渗漏问题

岩溶地区的岩石由于长期受到溶蚀作用,导致岩石裂隙、溶洞发育为地下水流动形成通道。在进行地下工程建设,如修建隧道、地下厂房等时,岩溶水可能会大量涌入工程区域,导致施工困难,甚至引发突水、突泥等灾害,对施工人员的生命安全构成严重威胁。其次,渗漏还会影响工程的正常使用,在水库、水池等蓄水工程中,若地基存在渗漏问题,会导致水量损失,降低工程的效益。此外,岩溶水的渗漏还可能引发周边地下水位的变化,影响周边建筑物的地基稳定性。

### 2.3 洞室围岩失稳

在地下洞室工程中,岩溶地区的岩体完整性受到破坏,岩石强度降低,使得洞室围岩的稳定性变差。在洞室开挖过程中,由于岩体的应力重新分布,溶洞、裂隙等缺陷部位容易发生坍塌、掉块等现象,严重影响施工安全和工程进度。洞室围岩失稳还可能导致后期运营中的安全隐患,如隧道衬砌开裂、变形,影响隧道的使用寿命和行车安全<sup>[3]</sup>。

## 3 岩溶地基工程地质勘察技术要点的分析

### 3.1 工程地质调查

工程地质调查与测绘是岩溶地基工程地质勘察中的关键环节,主要是对岩溶地区的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质等进行全面细致的调查,为后续的勘察工作提供基础资料 and 方向指引。首先勘察人员要对岩溶地区的各种地貌形态进行观察和记录,为后续分析地质信息奠定基础。例如,可以从峰林和峰丛的分布、高度、密度等数据记录中反映岩溶地区的岩石性质和溶蚀作用的强度,而溶蚀洼地和漏斗的大小、形状、深度以及其之间的相互关系可以反映地下水的流动和排出情况。其次,要对地层岩性进行调查,通过分析岩溶地区出露的岩石类型、岩石的成分、结构和构造等,获取岩石信息。例如,在岩石的结构中颗粒大小、孔隙度等会影响地下水的渗透和溶蚀作用的进行<sup>[4]</sup>。勘察人员需采集岩石样本,在实验室进行分析测试,以此获取岩石的详细信息。同时还要进行水文地质调查,通过调查地下水的水位、水量、水质、流向、水力坡度等,判断地下水位的变化是否会影响地基的稳定性。水位上升可能会导致地基软化,降低地基的承载能力,水位下降则可能引发地面塌陷等问题。勘察人员可以通过设置观测井、测量水位、采集水样进行分析等方法,来掌握地下水的动态变化和水质情况。此外还要进行地质构造调查,通过观察地质构造的痕迹,如断层崖、褶皱轴

等,测量地质构造,了解地质构造的特征和对岩溶发育的影响。例如,褶皱和断层会使岩石产生裂隙,为地下水的流动和岩溶作用提供通道,从而加速岩溶的发育,节理的分布和密度会影响岩石的强度和岩溶的形态。

### 3.2 测绘技术

测绘技术能够帮助勘察人员更准确地获取岩溶地区的地形信息,为后续的勘察和工程设计提供重要依据。随着科技的不断发展,现代测绘技术准确性不断提高。GPS(全球定位系统)可以快速、准确地确定测量点的地理位置,不受地形和通视条件的限制,快速获取测量点的坐标。全站仪则是一种集测角、测距、测高差于一体的测量仪器,具有测量精度高、速度快、操作简便等优点。在岩溶地基勘察中,全站仪可以用于地形测量、建筑物定位、变形监测等多个方面。遥感技术通过卫星遥感或航空遥感,获取大面积的岩溶地区的影像资料,从宏观上了解岩溶地区的地形地貌、地层岩性、地质构造等信息<sup>[5]</sup>。遥感影像会呈现地图,地图上清晰显示出岩溶地区的各种特征。通过遥感影像解译,识别出峰林、峰丛、溶蚀洼地、溶洞等岩溶地貌,分析地层岩性的分布和变化,推断地质构造的走向和特征。此外,遥感技术还可以监测岩溶地区的环境变化,如植被覆盖变化、土地利用变化等,为岩溶地区的生态保护和可持续发展提供信息支持。

在实际应用中会将多种测绘技术结合起来使用,发挥各自优势,以获取更全面、准确的地形信息。勘察人员会先利用遥感技术进行大面积的初步勘察,了解岩溶地区的整体情况,确定重点勘察区域,再使用GPS和全站仪进行详细的地形测量和定位,获取精确的测量数据,最后将这些数据进行整合和分析,绘制出详细的岩溶地区地形图和地质图,为后续的勘察和工程设计提供可靠的依据<sup>[6]</sup>。

表1 地球物理勘探技术

具体技术	技术原理	适用场景	优点	缺点
地质雷达探测	利用电磁波在不同介质中的传播特性,探测地下异常体	浅部岩溶、地下空洞探测	分辨率高,快速高效	探测深度有限,对高导电性介质适应性差
电法勘探	根据岩土体电学性质差异,通过测量电场分布推断地质构造	寻找岩溶水、确定岩溶发育带	对低阻体反应灵敏	易受电磁干扰,地质解释较复杂
电磁法勘探	利用电磁场与地下地质体相互作用,分析电磁场分布来探测	岩溶地区地下结构探测	对良导体反应明显,可快速扫描大面积区域	受地形和人文干扰大,解释结果多解性
地震勘探	通过人工激发地震波,根据波在不同岩土层中的传播规律推断地质构造	深部岩溶、基岩面探测	探测深度大,能提供丰富地质信息	成本较高,对场地要求高,数据处理复杂

### 3.3 地球物理勘探技术

地球物理勘探技术基于不同地质体之间物理性质的差异,通过专业仪器测量这些物理量的变化,进而推断地下地质结构和地质体分布。在岩溶地基勘察中,常用的地球物理勘探技术有地质雷达探测、电法勘探、电磁法勘探、地震勘探。具体见表1。

### 3.4 钻探技术

在岩溶地区进行钻探时,钻探方法的选择得综合考虑多方面的因素。不同的钻探适用于不同的工作场景。回转钻探法可以通过钻具的回转切削岩土,能够获取较为完整的岩芯样本,了解岩石的结构、构造和岩性等信息,适用于岩石相对完整,没有太多的大溶洞或破碎带。冲击钻探法则是利用钻具的冲击力破碎岩土,适用于坚硬的岩石或含有大块孤石的地层中。当遇到坚硬的石灰岩,且其中可能存在溶洞或溶蚀裂隙时,冲击钻探法可以凭借其强大的冲击力,穿透坚硬的岩石,获取地下的地质信息,具体见表2。除了钻探方法的选择,设备的选择也格外重要。常见的钻探设备有油压钻机、电动钻机等。油压钻机具有输出扭矩大、操作灵活等优点,适用于各种复杂的地质条件。而电动钻机则具有噪音小、环保等特点,在一些对噪音要求较高的城市区域或居民区附近进行钻探时选择电动钻机<sup>[7]</sup>。

表2 岩溶地基钻探方法选择

钻探方法		地层				
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石
回旋 钻探	螺旋钻探	++	+	+	-	-
	无芯岩钻探	++	++	++	+	++
	岩芯钻探	++	++	++	+	++
冲击钻探		-	+	++	++	-
锤击钻探		++	++	++	+	-
振动钻探		++	++	++	+	-
冲洗钻探		+	++	++	-	-

注: ++表示适用, +表示部分适用, -表示不适用

此外,还要考虑钻孔的深度、直径以及地层的特点等因素。如果钻孔深度较大,就需要选择具有足够提升能力和钻进能力的钻机,如果钻孔直径要求较大,就需要配备相应规格的钻头和钻杆。在岩溶地区,由于地层中可能存在溶洞、裂隙等,还需要考虑钻机的稳定性和可靠性,以防止在钻探过程中出现钻孔坍塌、卡钻等事故。

## 4 结语

岩溶地基对工程建设的影响深远,而工程地质勘察技术在保障工程安全、节省工程成本等方面发挥着不可替代的关键作用。深入研究岩溶地基工程地质勘察技术,不断探索和创新,对于提高工程建设的质量和安全性,推动我国工程建设事业的健康发展具有重要的现实意义。

### [参考文献]

- [1]熊城勇.岩溶地基工程地质勘察技术[J].能源与节能,2024(10):87-90.
- [2]王仁,梁翔宇.岩溶地基工程地质勘察技术及治理探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(1):36-39.
- [3]任彦奇.建筑工程中地质岩土勘察与地基处理技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(10):13-16.
- [4]吴绍鹏.某地区岩溶地基工程地质勘察技术分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(2):0124-0127.
- [5]李宇.岩溶地区工程地质勘察施工技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(11):105-108.
- [6]张驰.特殊地质条件下岩土工程勘察与地基施工处理技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(7):0108-0111.
- [7]蔡月琪.岩溶地基工程地质勘察技术分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(5):173-176.

### 作者简介:

刘启玉(1991--),男,汉族,云南昭通人,高级工程师;研究方向:水文地质,工程地质,环境地质。