

灰岩地区不良地质发育特征分析

田超

西南有色昆明勘测设计(院)股份有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11736

[摘要] 公路作为地区发展的重要枢纽工程发展迅速,其线路穿越区域的不良地质现象影响着公路建设的安全性,尤其是在灰岩分布区,各类不良地质现象的发育具有相对的隐蔽性,这为公路的建设带来了极大的困扰。基于此,文章就灰岩地区不良地质发育特征进行分析,为公路建设提供一定的指导资料。

[关键词] 公路; 不良地质现象; 调查; 物探; 钻探

中图分类号: P634 文献标识码: A

Analysis of Adverse Geological Development Characteristics in Limestone Areas

Chao Tian

Southwest China Nonferrous Metals Kunming Survey and Design (Institute) Co. Ltd.

[Abstract] As an important pivotal project of regional development, the highway has developed rapidly, and the undesirable geological phenomena in the area through which the route passes affect the safety of highway construction, especially in the limestone distribution area, and the development of various undesirable geological phenomena is relatively hidden, which has brought great trouble to the construction of the highway. Based on this, this paper analyzes the poor geological development characteristics of limestone area, and provides some guiding data for highway construction.

[Key words] Highway; Adverse geological phenomena; Investigation; Geophysical exploration; Drilling

前言

随着公路建设的开展,尤其是山区公路建设过程中高桥隧比现象越来越突出,尤其是在桥梁的建设过程中,地基持力层的选取严重影响着桥梁施工的安全性和桥基的稳定性。在灰岩分布区,其不良地质现象的发育对公路的建设带来了严重的影响。尤其是有溶洞,塌陷,风化形成的溶沟、溶槽及地表红粘土分布的区域,这些不良地质现象普遍具有一定的隐蔽性,在调查过程中往往不容易直接发现,从而为公路的后续建设带来一系列的影响。

1 灰岩的特征

灰岩俗称石灰岩,是一种沉积岩,在云南省范围内分布广泛,主要在滇东区域、滇西北区域为主,少部分分布在滇西南区域。

石灰岩的主要成分是碳酸钙,可以溶解在含有二氧化碳的水中,因此,在灰岩分布区常常发育有多种不良地质现象,如溶洞、塌陷、风化形成的溶沟、溶槽等,而灰岩风化形成的红粘土常常具有特殊的物理特性,对公路建设有着诸多不利的影响。而灰岩地区的不良地质现象常常分布在地下较为隐蔽的区域,往往需要借助物探、钻探等手段才能揭露,常规的调查手段很难发现该类不良地质现象。

2 不良地质现象发育特点

灰岩地区不良地质现象发育特征多样,且明显具有隐蔽性特点(见图1),单一的调查方式很难准确的查明灰岩地区不良地质现象的分布情况,尤其是地下掩埋的不良地质现象发育特征调查难度更大。而随着工程建设的开展,不良地质现象的分布严重影响着工程建设的安全性,因此常规、单一的手段已经不能满足工程建设的要求,为此,系统的调查方式及验证模式需要及时的更新。

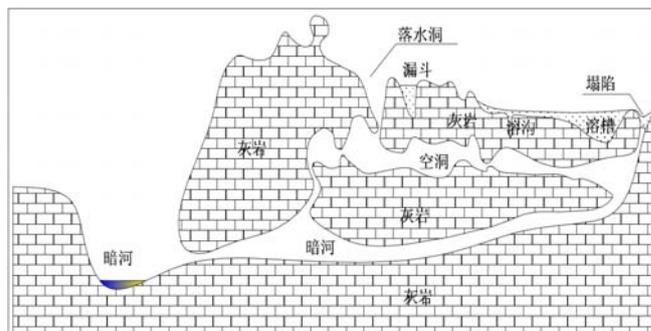


图1 不良地质种类特征图

2.1 溶洞

溶洞的形成是石灰岩地区地下水长期溶蚀的结果, 工程建设过程中常见的溶洞主要分布在地下较为隐蔽的区域, 部分溶洞会在工程进行过程中揭露出来, 通常以空洞和伴有充填物的洞室形式产出, 其形态、规模和空间分布位置往往难以判定, 这对桥梁建设造成较大的影响。

我国西南地区, 岩溶发育, 溶洞错综复杂, 往往是以溶洞群的形态出现^[1]。受其空间分布复杂性的影响, 工程施工过程中, 常出现地面沉降, 地裂缝等现象。尤其是在公路桥梁的建设过程中, 可能出现桥梁桩基础持力层选取不当的现象。

2.2 塌陷

是指上覆岩层发生破坏, 岩土体下陷或塌落在地下空洞中, 并在地表形成不同形态的塌坑。在灰岩分布区, 塌陷往往分布在溶洞上方, 由于溶洞发育过程中形成空腔。上覆岩土体下落过程中, 在地下暗河的冲刷下, 带走溶洞中的充填物质, 逐渐形成一种不良地质现象成为岩溶漏斗, 而未能发生大规模陷落时, 会在地表形成较为平坦的负地形, 成为塌陷。

公路建设过程中, 塌陷的分布, 对路基稳定性影响较大, 由于不能准确的判断塌陷可能出现的位置, 可能造成路基建设过程中出现路面开裂或桥基下沉的现象, 对路基及桥梁建设造成较大的影响。

2.3 溶沟、溶槽

溶沟、溶槽是一种地表常见的溶蚀现象, 深度一般由数厘米到数米, 最深可达十余米以上。多成片分布于碳酸盐岩坡面上, 受岩石节理裂隙控制, 呈平行状、树枝状和格状的交叉系统。而石芽的产生正是在地表水沿碳酸盐岩表面裂隙溶蚀所成沟槽间的脊状岩体。

溶沟、溶槽主要分布在地基较浅的位置, 主要被红粘土填充的形式分布, 由于其空间形态多样, 且分布深度变化较大, 难以作为浅基础持力层使用。在公路路基建设过程中, 溶沟、溶槽的分布主要影响路基浅基础的选择, 由于选取不当, 可能出现局部不均匀沉降的现象发生, 影响桥梁稳定性。

2.4 红粘土

红粘土作为灰岩风化产物, 有其特殊的物理特性, 主要表现为高孔隙比、高塑性、高液限的特点, 由于其矿物成分中含有高岭石、蒙脱石等, 因此红粘土普遍具有一定的胀缩性。主要表现为遇水膨胀, 失水收缩, 且红粘土具有裂隙发育的特点, 这对公路建设过程中路基持力层的选择上带来了较大的影响。尤其是作为路基填料时, 红粘土在达到压实度时的最佳含水量也远远高于一般的粘性土。

除此之外, 红粘土在空间分布上受地形及含水率的不同, 表现为局部软弱的点, 尤其是在接近基岩面的位置, 往往表现为软塑状, 力学性质明显变差的现象。路基建设过程中如不能及时的对该类土进行处理, 可能造成路基的局部沉降, 影响公路正常运行。

3 不良地质现象勘察注意事项

由于上述灰岩地区分布的不良地质现象普遍具有一定的隐

蔽性, 因此在公路建设前期的勘察工作起到了关键的指导作用。而灰岩分布区主要的勘察方法分为前期调查, 物探和钻探等手段。

3.1 调查

调查的主要目的是查明公路选线范围内地表不良地质现象的发育特征, 主要包括地表塌陷的分布, 溶沟、溶槽的分布, 红粘土的分布以及出露溶洞的分布范围。地面调查能最直观的反映不良地质现象的发育范围和发育特征, 除此之外, 还能为后续物探和钻探工作的地面工作布置起指导作用。

但是, 调查成果只能反映地表范围内不良地质现象的发育情况, 不能反映隐蔽性较强的地面下的异常情况, 仍需要采取进一步的工程措施探明地下不良地质现象的发育情况, 为此工程上通常采取物探和钻探的方法进行探测。

3.2 物探

物探作为钻探的辅助手段, 能够有效的指导钻探工作布置的同时, 可以较为全面的探测到一定深度范围内的地下洞室的存在。常规的物探方法主要为“高密度电法”和“瞬变电磁法”。

“高密度电法”是一种利用地下土(岩)层存在的电性差异进行勘探的方法。其基本原理是通过向地下供电形成人工电场, 测量地表不同部位的电位差和电流, 进而计算视电阻率值。高密度电法采用组合式剖面测量装置, 通过多道电极转换开关自动转换测量电极, 一次测量一个断面的视电阻率分布情况。

“瞬变电磁法”是一种新的探测地下纯二次场的方法, 该方法采用上下平行共轴的两个相同线圈通以反向电流作为发射源, 且在该双线圈源合成的一次场零磁通平面上, 测量对地中心耦合的纯二次场^[2]。根据地表接收到的涡流场信号随时间的衰减规律即可获得地下电导率信息, 这就是等值反磁通瞬变电磁法的物理原理。

通过上述两种常规的物探方式进行场地范围内的地下不良地质现象的大范围排查, 可以有效的探测出公路建设范围内的溶洞, 溶沟、溶槽, 塌陷及红粘土的分布范围, 虽然不能精确的反映不良地质现象的分布特点和具体的规模特征, 但是可以将地下范围内隐蔽性较强的不良地质现象通过人工解译的方法展现出来, 作为后期钻探工作布置的重要依据。

3.3 钻探

由于物探方法只能探测出异常区的大致范围, 不能准确的反映具体不良地质现象的规模、形态等特征, 因此需要钻探工作进行系统的探测, 从而更加直观的揭露地下不良地质现象的发育情况。

钻探能查明岩石或红粘土土层的厚度, 基岩面起伏和埋藏深度, 溶洞的空间分布情况、充填情况、充填物的性质, 及溶沟、溶槽的发育情况等, 是目前岩溶区施工勘察较直接、首选的必备勘察方法^[3]。尤其是在桥基钻探施工过程中超前钻的布置是探测溶洞、塌陷、溶沟、溶槽等不良地质现象的重要手段, 可以为施工勘察过程中钻孔深度的选取提供直观的参考依据。

由于地下不良地质现象具有隐蔽性和不确定性, 钻探过程中同样存在揭露成果与实际情况出现偏差的特殊现象(见图2), 根据以往的项目出现的特殊情况进行以下总结:

(1) 溶洞的钻探效果: 由于溶洞的空间分布具有隐蔽性, 在对地下溶洞进行钻探时, 通常依据相关规范均匀布置钻孔, 一般钻孔间距布置为20-30m, 孔深一般为20-30m, 桥梁桩基施工时, 钻孔间距根据一桩一孔的原则进行布设, 同时钻孔深度满足保证桩底3倍桩径及5.0m深度范围内无溶洞、破碎带或软弱夹层分布, 且在桩底应力扩散范围内应无岩体临空面的要求。但是即使满足了上述原则仍然存在钻孔资料与实际情况存在偏差的情况, 尤其是在桥梁桩基钻探过程中。由于钻孔直径远远小于桩径的原因, 造成以下特殊情况。

①钻探过程中揭露了溶洞, 但是在桩基施工过程中未能明显发现溶洞分布的情况, 造成桩长设计浪费的情况; ②钻探过程中未揭露溶洞, 但是在桩基施工过程中揭露较大规模溶洞的情况, 造成桩基持力层选择失误的情况。

(2) 塌陷的钻探效果: ①当地表有明显变形迹象时, 钻探工作可以取得较好的成果资料; ②当地表无明显变形迹象时, 钻探工作可能无法准确揭露塌陷边界位置或者塌陷底部地层发育情况。③溶沟、溶槽的钻探效果。

(1) 钻孔控制范围内揭露溶沟、溶槽时, 不能准确的反映溶沟、溶槽的规模和边界, 尤其是掩埋在地下的溶沟、溶槽隐蔽性极强, 单纯的钻探工作很难准确的判断其具体形态特征, 为后续的工作带来了极大的不确定性。

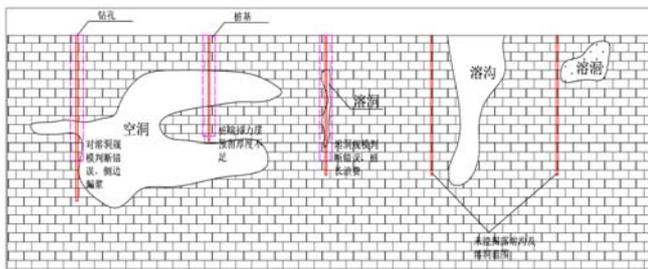


图2 钻探揭露地层异常图

(2) 受钻探间距影响, 可能钻孔位置处未能揭露溶沟、溶槽, 但是在开挖过程中揭露溶沟、溶槽, 如不能及时作出相应的处理, 可能造成路基不均匀沉降的现象。

(3) 红粘土的钻探效果。钻探的目的是为了揭露红粘土的空间分布范围及划分软硬程度, 然而由于受钻探孔间距的影响, 两钻孔之间的土层信息不能准确的得到反馈, 尤其是在接近基岩面的位置, 红粘土往往表现为软塑状, 力学性质明显变差的现象, 若不能得到及时处理, 可能造成路基局部压实度不够后期出现路基变形开裂的情况。

4 结语

根据上述信息可知, 传统的钻探方式和调查方式很难准确的多查明隐蔽性极强的不良地质现象, 尤其是掩埋于地下的各种形态的空间分布体。因此综合手段的应用、配合就成了很好的选择, 如调查+物探+钻探验证的思路可以很好地满足灰岩地区不良地质现象调查的需求, 尤其是在不良地质现象具有明显的隐蔽性的条件下, 通过调查收集基础数据, 在物探先行的条件下, 为后续的钻探工作做好铺垫, 利用超前钻对物探进行验证, 从而取得综合的地质信息, 为后续的施工勘察提供相对准确的资料。

[参考文献]

- [1]张光武, 付俊杰, 黄明. 串珠状溶洞的形态和演化机理及工程处理方法分析[J]. 路基工程, 2016(01):159-162+167.
- [2]席振铎, 龙霞, 周胜, 等. 基于等值反磁通原理的浅层瞬变电磁法[J]. 地球物理学报, 2016, 59(9):3428-3435.
- [3]陈志雄, 田超, 程栋. 岩溶地区桩基工程施工勘察分析与探讨[J]. 工程技术研究, 2023(08):63-65.

作者简介:

田超(1988-), 男, 河北唐山人, 汉族, 硕士研究生, 高级工程师, 从事地质灾害, 工程地质, 环境地质研究。