

溶岩裂隙复杂地质情况下的基础工程施工技术研究

罗旭良 骆鹏飞

四川省怀德建设工程有限公司

摘要：溶岩裂隙的地质特征对基础工程构成严峻挑战，包括错综复杂的地层和不规则裂缝的形成。文章系统地阐述了溶岩裂隙的特征、分类及影响因素，强调了其对基础工程承载力和结构稳定性的显著影响。解决这些挑战需要从前期勘察与设计入手，通过创新施工技术和精确监测来确保基础工程的稳定性。材料选择、强度要求、施工工艺和设备选型等方面的优化也被强调，为在溶岩裂隙中进行基础工程提供了综合而创新的解决方案。总体而言，文章呼吁在复杂地质条件下实施全面的岩土工程调查和创新施工方法，以确保溶岩裂隙中基础工程结构的稳定性和寿命。

关键词：溶岩裂隙；复杂地质情况；基础工程；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.08.024

引言：

溶岩裂隙以其独特的地质特征为基础工程建设带来了挑战。这些特征包括溶蚀过程产生的错综复杂的地层，在基岩中形成不规则和不可预测的裂缝。地质特征包括了解溶岩裂隙的形成机制，并根据其大小、深度和相互联系对各种类型的溶岩裂隙进行分类。溶岩裂隙对基础工程承载力的影响给基础工程带来了挑战。基岩结构的不规则性给设计能够有效分配荷载的基础带来了困难。应对这些挑战需要创新的施工技术、精确的监测和材料选择，以确保溶岩裂隙中基础工程的稳定性和耐久性。

一、溶岩裂隙的特征与分类

（一）溶岩裂隙的主要特征

溶岩裂隙是由石灰岩等可溶性基岩的溶蚀过程形成的地质异常，其鲜明的特征对基础工程产生了深远的影响。溶岩裂隙的主要特征包括其不规则和错综复杂的地层。这些裂缝是由可溶性矿物溶解引起的，在基岩内形成了空隙和通道网络。这些裂缝的大小、形状和相互连接的不规则性给基础工程施工带来了重大挑战。主要特征包括其分布的不可预测性和深度变化的可能性，这使得设计能够均匀分布荷载的基础具有挑战性。这些裂缝的宽度和深度可能不同，使基础工程设计进一步复杂化。岩溶地层的复杂性要求对所涉及的地质过程有透彻的了解，并能够对不同类型的溶岩裂隙进行分类。这种分类对于制定说明每种类型带来的具体挑战的施工策略至关重要。因此，解决溶岩裂隙的主要特征对于溶岩裂隙中的有效基础工程至关重要，需要创新的解决方案和精确的技术来确保构造基础的稳定性和寿命。

（二）溶岩裂隙的分类及影响因素

溶岩裂隙的分类及其影响因素对于指导基础工程在复杂地质条件的应用具有举足轻重的作用。复杂地质条件下存在各种类型的溶岩裂隙，其特点是其大小、形态和地质特征。根据这些裂缝的特征对这些裂缝进行分类，例如通过化学风化形成的溶液裂缝或地质运动导致的构造裂缝。了解这些分类对于针对每种类型带来的具体挑战定制施工方法至关重要。影响因素促成溶岩裂隙的形成和演化。地质因素起着重要作用，包括基岩的类型及其对溶解的敏感性。此外，降水率和温度变化等气候因素也会影响溶解过程。地下水开采和采矿等人类活动会加剧岩溶。识别这些影响因素对于有效的岩土工程调查和基础设计至关重要。全面了解溶岩裂隙的分类和影响因素，使工程师能够制定缓解策略和施工技术，以应对这些地质构造带来的独特挑战，确保溶岩裂隙中基础工程结构的弹性和稳定性。

二、溶岩裂隙对基础工程施工的影响

（一）溶岩裂隙对基础工程承载力的影响

溶岩裂隙对基础工程承载力的影响是岩土工程领域的一个关键方面。溶岩裂隙具有复杂的裂缝和空隙网络，对基础工程施工构成了重大挑战。这些裂缝的不规则性和不可预测性直接影响基础工程的承载能力。可溶性基岩的溶解会产生空隙，降低基础工程支撑的整体强度和稳定性。溶岩裂隙的大小、深度和相互连通性对承载力的降低有影响。较大且相互连接的空隙会损害基础工程的结构完整性，导致不均匀沉降和潜在的结构失效。工程师在基础工程设计过程中必须考虑这些因素，以开发能够充分分配荷载并减轻岩溶条件对承载力的不利影响的解决方案。为了应对这些挑战，岩土工程调查必须包括对溶岩裂隙的范围和特征进行彻底检查。创新的基础工程设计方法，例如使用专门的加固技术或深层基础工程，对于确保岩溶地层地区结构的弹性和寿命，可能是必要的。了解溶岩裂隙与基础工程承载力之间的复杂关系对于在这种具有挑战性的地质环境中构建坚固而稳定的基础工程至关重要。

（二）溶岩裂隙对基础与结构的影响

溶岩裂隙的影响超出了基础工程的承载能力，影响了建立在这些基础工程上的结构的整体稳定性和完整性。溶岩裂隙中错综复杂的空隙和裂缝网络带来了直接影响结构性能的挑战。这些地质特征会导致不同的沉降，导致整个结构的应力分布不均匀。溶岩裂隙会给基础工程-结构相互作用带来不确定性，可能导致结构损坏或破坏。由于空隙的存在，基础工程沉降不均匀，整个上部结构可能会发生变形，导致墙体、梁出现裂缝，甚至结构倒塌。溶岩裂隙的形成和分布的不规则性使得

准确预测其影响具有挑战性，因此在设计和施工阶段需要仔细考虑。减轻溶岩裂隙对基础工程和结构的影响需要采取整体方法。先进的岩土工程勘察对于准确绘制地下条件至关重要，使工程师能够定制基础工程设计，以考虑潜在的差异沉降。此外，结构设计应具有灵活性和适应性，以适应底层岩溶地质的动态性质，确保在这些复杂地质环境中建造结构的长期稳定性和安全性。

三、溶岩裂隙复杂地质情况下的基础工程施工技术

(一) 前期勘察与设计

在应对溶岩裂隙带来的复杂地质条件时，基础工程需要从全面的初步调查和设计阶段开始，采取细致的方法。进行彻底的地质调查对于了解地下岩溶特征的范围和特征至关重要。这包括采用先进的测量技术、地球物理方法和钻孔检查来准确描述地下条件。初步调查完成后，将进入基础工程设计阶段，以应对溶岩裂隙带来的挑战。基础工程设计必须考虑到空隙和裂缝引起的基岩不规则性，确保荷载均匀分布，以防止差异沉降。确定裂缝处理措施涉及在受岩溶条件影响的地区实施加固或修复基础工程的策略。这可能包括使用专门的基础材料，例如灌浆或微型桩，以填充空隙并增强基础的整体稳定性。集成了 3D 建模和模拟工具等尖端技术，有助于可视化复杂的地质条件和完善基础设计。执行良好的初步调查和设计阶段，结合适当的裂缝处理措施，为在溶岩裂隙中成功施工奠定了基础，确保了建筑结构的弹性和寿命^[1]。

(二) 施工过程中的监测与控制

1. 监测技术与仪器选择

在施工过程中实施有效的监测和控制措施对于确保溶岩裂隙基础工程的稳定性和安全性至关重要。利用先进的监测技术和适当的仪器选择对于实时评估和应对可能出现的任何岩土工程挑战至关重要。监测技术在提供有关地面运动、沉降和结构行为的连续数据方面发挥着关键作用。在溶岩裂隙复杂地质情况下，常用的监测仪器包括测斜仪、应变计、位移传感器等（如图1-3）。这些仪器能够实时监测地质体的位移和变形，提供重要

的数据支持。选择仪器时，必须考虑地质条件、施工工艺和监测目标，以确保其适用性和准确性。此外，提供实时数据和警报的自动监控系统提高了响应机制的效率。将这些监测技术纳入施工过程有助于采取积极主动的方法应对岩溶条件带来的挑战。及时准确的数据解读使施工团队能够做出明智的决策，调整施工方法并实施必要的调整，最终确保在地质条件复杂的地区顺利完成项目^[2]。



图 2: 应变计



图 3: 位移传感器



图 1: 斜侧仪

2. 监测频率及检测点设置

监测频率应根据地质特点和施工进度而定，通常需要在施工前、施工中和施工后定期进行监测。初期监测用于获取基准数据，中期监测用于检测变化趋势，而后期监测用于验证工程稳定性。频繁的监测可帮助及时发现问题，减小风险，确保工程的顺利进行。检测点的位置应经过仔细选择，覆盖裂隙分布区域，以监测地质变化。常见的检测点包括沉降、位移、裂隙开口度和地下水位等参数的监测点。通过实时监测这些数据，可以及时发现地质异常情况，采取必要的措施，确保工程的稳定性和安全性^[3]。

（三）施工材料与工艺选择

1. 材料选用与强度要求

建筑材料和工艺的选择是减轻基础工程中岩溶条件带来的挑战的关键方面。材料选择包括选择能够承受溶岩裂隙独特地质特征的材料，包括其不规则形状和空隙。通常首选具有高抗弯强度的钢筋混凝土，它具有耐久性，并且能够在具有潜在地下不规则性的区域有效分配荷载。考虑强度要求对于材料承受与溶岩裂隙相关的动态条件至关重要。溶岩裂隙的基础工程必须符合严格的强度标准，以确保稳定性。岩土工程师评估材料的抗压强度、抗拉强度和剪切强度，以确定它们是否适合在这些复杂的地质环境中使用。除了材料选择外，施工过程本身也起着至关重要的作用。采用先进的施工技术，例如灌浆或土壤稳定方法，可以提高基础工程的整体抗逆力。该过程必须适应溶岩裂隙带来的具体挑战，同时考虑空隙填充和加固等因素。归根结底，经过深思熟虑的材料选择和施工过程方法对于在溶岩裂隙中建造坚固的基础工程至关重要。这涉及对地质条件的细致入微的理解，以及能够承受溶岩裂隙复杂性的材料和技术的应用，确保结构的长期稳定性和安全性^[4]。

2. 施工工艺与方法的优化

施工技术和方法的优化是解决基础工程中溶岩裂隙带来的复杂挑战的关键因素。这涉及改进传统的施工方法并结合创新技术，以提高施工过程的整体效率和弹性。优化施工技术首先要全面了解溶岩裂隙的地质特征。然后，工程师可以定制施工方法，以减轻与不规则基岩、空隙和地下复杂性相关的潜在风险。通过灌浆或使用专门的基础工程系统进行地面改良等技术可以优化施工过程，以适应岩溶条件带来的独特挑战。创新的施工方法可能包括使用能够在复杂地质景观中航行的先进机械和设备。自动化和精密施工技术使工程师能够更准确地工作，从而减少基础工程施工中的误差幅度。此外，优化过程涉及整个施工过程中的持续监控和调整。实时数据收集和分析使施工团队能够做出明智的决策，根据需要调整方法，以确保基础工程的稳定性和安全性。归根结底，溶岩裂隙施工技术和方法的优化是一个动态和适应性的过程，强调了灵活性和创新在克服复杂地质条件带来的挑战方面的重要性^[5]。

（四）裂隙处理措施

1. 裂隙变形控制与处理方法

裂缝变形控制和处理方法是溶岩裂隙施工的关键组成部分，裂缝的存在对基础工程的结构完整性提出了挑战。有效管理裂缝变形需要将预防措施和响应策略相结合。预防措施包括实施坚固的基础设计，考虑溶岩裂隙引起的基岩不规则性。这可能包括采用柔性材料、适应性结构系统和加固技术，以减轻差异沉降和结构损坏的可能性。在发生意外移动或变形时，灌浆是填充空隙和稳定周围土壤的常用处理方法。此外，使用微型桩或土钉可以提供补充支撑，以抵消裂缝引起的沉降的影响。定期和系统的监测对于检测裂纹变形的任何早期迹象至

关重要。实施综合策略，将预防措施与响应性处理方法相结合，确保施工团队能够主动应对岩溶条件带来的挑战，最大限度地降低结构问题的风险，并增强建筑环境的整体弹性。

2. 出现偏差采取的纠偏措施

为应对此类情况，必须制定纠偏措施。这包括重新调整基础工程的位置、深度或角度，采用增强型支护结构，或通过地下注浆等方式来修正偏差。关键是及时检测和评估偏差的严重程度，然后采取适当的纠偏措施，以确保工程的稳定性和安全性。这需要密切协调地质专家和工程团队，以应对复杂地质条件带来的挑战。

3. 不可避免的裂隙处理措施

如果出现不可避免、无法处理的裂隙，需要采取一些特殊措施来处理。首选的方法是尽量避开不可处理的裂隙，重新规划工程位置，避免直接经过裂隙区域。调整工程设计，考虑采用更强大的支护结构、增强基础工程的稳定性，以应对不可避免的裂隙。建立定期监测体系，对裂隙进行实时监测，确保随时了解其变化情况，以便采取及时应对措施。建立应急预案，准备处理不可避免的裂隙可能导致的风险，确保工程的安全性。在处理不可避免无法处理的裂隙时，需要综合考虑地质情况、工程设计和监测体系，以最大限度地减小潜在的风险，确保基础工程的安全和稳定。

四、结语

溶岩裂隙地质条件的复杂性对基础工程提出了巨大挑战，然而，通过深入研究裂隙特性、精准分类以及创新施工技术的应用，我们能够找到解决之道。文章呼吁在前期勘察和设计中充分考虑溶岩裂隙的地质特征，结合灵活而创新的施工方法，以确保基础工程在裂隙中的稳定性和可持续性。材料选择、强度标准的遵循，以及监测与控制技术的应用，都是有效化解裂隙影响的关键步骤。最终，综合考虑地质、工程和环境要素，为基础工程施工提供全面的解决方案，是在溶岩裂隙条件下确保基础结构安全、弹性和长寿的不可或缺之策。通过科学规划和细致执行，我们能够在这一独特地质环境中克服挑战，确保基础工程在未来得以可靠运行。

参考文献

- [1] 黄伟元. 复杂地质条件下某项目基础工程分析[J]. 江西建材, 2020, (01): 70-71.
- [2] 王林. 高回填复杂地质条件基础工程问题分析及处理措施探究[J]. 城市建筑, 2019, 16(24): 130-131.
- [3] 赵晓磊, 武帅. 浅谈沿海地区复杂地质条件下桩基础工程的质量控制要点[J]. 科技创新导报, 2017, 14(01): 69-71+73.
- [4] 张国维. 山区复杂地质场地厂房的基础设计讨论[J]. 中国标准化, 2017, (04): 147-148.
- [5] 刘毅鹏. 复杂地质环境下基础工程施工技术[J]. 黑龙江科技信息, 2017, (02): 267.